Beiträge zur Morphologie

von

Datura Stramonium L.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der
Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der
Universität Basel

von

WILHELM FISCHER
Apotheker
aus BASEL

1937
Buchdruckerei Riehen · A. Schudel-Bleiker

Beiträge zur Morphologie

von

Datura Stramonium L.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der
Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der
Universität Basel

von

WILHELM FISCHER
Apotheker
aus BASEL

1937
Buchdruckerei Riehen · A. Schudel-Bleiker

Genehmigt von der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät auf Antrag der

Herren Professoren

Dr. *H. Zörnig* und Dr. *G. Senn.*

Basel, den 8. Juni 1937.

Prof. Dr. H. Zickendraht

Dekan der
Philosophisch-naturwissenschaftlichen
Fakultät

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die vorliegende Arbeit wurde in der Pharmazeutischen Anstalt der Universität Basel ausgeführt. Ich möchte auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer,

Herrn Prof. Dr. H. Zörnig

für die wohlwollende Unterstützung und Förderung meiner Arbeit den herzlichsten Dank aussprechen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546701_0142

Einleitung

Der *Stechapfel, Datura Stramonium L.,* hat seit seiner Einführung in den Arzneischatz durch *Störk* um 1762 in Form der Blätter, teilweise auch der Samen, in den meisten zur Zeit gültigen Arzneibüchern Aufnahme gefunden. Die British Pharmacopoeia fasst unter dem Begriff Stramonium die Blätter und blühenden Sprossgipfel (dried leaves and flowering tops) von Datura Stramonium L. und Datura Tatula L. zusammen.

Ueber die Bedeutung der Pflanze in früherer Zeit orientiert die ebenfalls unter Herrn Prof. Dr. H. *Zörnig* in Basel erschienene Arbeit von *Gerhard* (1930). Heute finden die Blätter und die daraus hergestellten Präparate als Antiasthmatica Verwendung. Dem gleichen Zweck dienen die Samen. Sie werden ausserdem zur Alkaloiddarstellung herangezogen. *(Moritz,* 1936, p. 221).

Es ist nun für den Pharmakognosten äusserst wichtig, Pflanzen, von denen zahlreiche Organe pharmazeutische Verwendung finden, in ihrer Gesamtheit zu erforschen. Wenn wir im vorliegenden Falle auch entwicklungsgeschichtliche Vorgänge mit berücksichtigen, so mag dies einem doppelten Zweck dienen. Einerseits wird so das Verständnis des anatomischen Bildes der ausgewachsenen Teile erleichtert oder auch erst ermöglicht, andererseits sollen dadurch alle in der Handelsware (oder auch toxikologischen Analysen) vorkommenden Fragmente auf ihre Zugehörigkeit zu der betreffenden Droge bestimmt werden können.

Dem Stechapfel ist, seiner Stellung und seines Baues wegen, von jeher Beachtung zuteil geworden, sodass zahlreiche Arbeiten über ihn vorliegen. Doch lässt sich aus ihnen kein zusammenhängendes, auch entwicklungsgeschichtliche Momente aufweisendes Bild gewinnen. Unsere Arbeit soll darum als Beitrag zur Ausfüllung dieser Lücke dienen. Da sie nur eine Pflanze umfasst, die Möglichkeit des Vergleiches also fehlt, suchten wir durch Heranziehung der in der Literatur vorliegenden Angaben über verwandte Solanaceen, auch als Unterscheidungsmerkmale dienende Punkte mit einzubeziehen. Um unsere Ergebnisse auf eine möglichst breite Basis zu gründen, verfolgten wir die Entwicklung

an selbst gezogenen Pflanzen verschiedenster Herkunft (Basel, Zürich, Greifswald, Nantes, Samara). Dadurch ist es uns auch möglich geworden, zahlreiche, durch die Literatur bekannte Tatsachen zu ergänzen oder zu berichtigen.

Für die Ueberlassung von weiterem Untersuchungsmaterial aus den Herbarien Mieg und Zörnig und aus dem botanischen Garten von Basel sei den Herren Prof. Dr. H. *Zörnig* und Prof. Dr. G. *Senn* an dieser Stelle mein herzlichster Dank ausgesprochen.

Inhaltsübersicht

Seite

Einleitung 5
SYSTEMATIK 9
HANDEL 11
Verwechslungen und Verfälschungen 11
KULTUR 13
MORPHOLOGIE
Keimung und Wachstum 16
Wurzel 20
Sprossachse 29
Hypokotyl 29
Epikotyl 34
Kotyledonstiel 36
Blattstiel 37
Fruchtstiel 38
Blatt
Keimblatt 38
Laubblatt 44
Blüte 46
Frucht 51
SCHLUSSBETRACHTUNGEN 61
LITERATURVERZEICHNIS 64

SYSTEMATIK

Datura Stramonium L. (Stramonium spinosum Lam.), Solanaceae, Datureae, Datura, Sektion II *(Engler-Prantl,* 1897).

Aus dem *Index Kewensis* (1895) seien folgende Synonyma genannt: Datura capensis *Hort.,* D. ferox *Nees,* D. loricata *Sieber,* D. lurida *Salisb.,* D. parviflora *Salisb.,* D. pseudo-stramonium *Sieber,* D. Wallichii *Dun.*

Einjährige, krautige Pflanze, 15 cm bis 1 m (bis 1.80 m) hoch. (Bild 1). Wurzel spindelförmig, ästig, weisslich. (Bild 2). Der Stengel grün, glatt, hohl, gabelig verzweigt, bis zum Beginn der Verzweigung rundlich, dann stumpf dreikantig. Die Blätter bis etwa 20 cm lang, 15 cm breit (auch grösser), langgestielt, von eiförmiger Gestalt, am Ende zugespitzt, der Rand unregelmässig buchtig gezähnt, die Blatthälften oft ungleich, in den Blattstiel verschmälert. (Bild 6). Die Blüten stehen auf kurzen Stielen lotrecht in den Astgabeln. Kelch grün, röhrig, 5-kantig, 5-zipflig, etwas aufgeblasen, bis 4,5 cm lang (Bild 4, b). Krone weiss, trichterförmig, fünfzipflig, etwa doppelt so lang wie der Kelch (bis 8 cm). Staubblätter 5, die Filamente im untern Teil mit der Kronröhre verwachsen. Die Antheren am Grunde dem Filament angeheftet, 4-fächerig, nach innen aufspringend. Griffel 1, fadenförmig, Narbe sattelähnlich, mit den Antheren auf gleicher Höhe stehend. Blütezeit: Von Juni bis Oktober. Die Frucht ist eine grüne, nach dem Aufspringen braun werdende, bis 5 cm lange, aufrechte, eiförmige, unten 4-, oben 2-fächrige, mit 4 Klappen sich öffnende, derbstachelige Kapsel. Die verbleibende Kelchbasis ist zurückgeschlagen (Bild 4, a). Samen zahlreich, nach *Zörnig* (1909, p. 619) bis 400 in einer Kapsel, schwarz, nierenförmig, 3—4 mm lang.

Der Stechapfel ist ein Kosmopolit der gemässigten und warmen Zonen. In Skandinavien kommt er noch bis 70° nördl. Br. zum Blühen *(Schübeler,* 1888). Südwärts dringt er bis in tropische Gegenden vor. *(Muschler,* 1912; *Gillet,* 1927; *Heil- und Gewürzpfl.* 1932, betr. Kulturen in Niederländisch Indien). Als Beispiel sei noch kurz die Verbreitung in der Schweiz genannt. Im Mittelland ist er allgemein verbreitet. Im untern Teil des

Tessin findet er sich bis Bellinzona (*Chenevard,* 1910), in den dem Föhn ausgesetzten Alpentälern bis Meiringen (*Fischer,* 1875) und Altdorf *(Rhiner* 1891/2). Für das Wallis werden zahlreiche Standorte genannt *(Jaccard,* 1895). Im Jura ist er selten.

Er bevorzugt für sein Wachstum warme und nährstoffreiche Ruderalstellen, wie Kompost-, Schutt-, und Unrathaufen *(Walter* 1927, p. 421), auch Wegränder und Weinberge *(dto.,* p. 417). *Beck* (1901, p. 279) traf ihn auf brachliegenden Aeckern und unter der Saat.

Die Heimat der Pflanze kann heute nicht mehr mit voller Sicherheit bestimmt werden. *Linné* (1737) verlegt sie nach Amerika. *De Candolle* (1855, p. 734) kommt auf Grund eingehender historischer und pflanzengeographischer Untersuchungen zum Schluss, dass Datura Stramonium wahrscheinlich aus der Gegend des Kaspischen Meeres stammt, während er Amerika als Heimat von Datura Tatula vermutet. Dieser Ansicht schließt sich auch *v. Schlechtendal* (1856) an. Er nimmt an, die Verbreitung sei von Konstantinopel aus über Venedig, Innsbruck nach Deutschland erfolgt.

HANDEL

Im Handel sind die Blätter und die Samen als *Folium* und *Semen Stramonii*. Die Blätter sind während der Blütezeit zu sammeln, die Samen kurz nach dem Aufspringen der Früchte.

Ein Teil des Bedarfs der Großdrogenhäuser wird durch Einsammeln von wildwachsenden Pflanzen gedeckt. Als Hauptlieferungsgebiet gilt zur Zeit Ungarn (*Anselmino*, 1917, p. 312; *Caesar* und *Loretz*, Jahresbericht. z. B. 1927, p. 56). Die deutschen Sammelgebiete — Umgebung von Wiesbaden, schwäbischer Jura, südlicher Schwarzwald, Blankenburg a. H. — liefern etwa 11—12 Zentner (*Anselmino* l. c., p. 322). Des weitern seien noch Amerika und Rußland (*Heil- und Gewürzpflanzen* 1930/1 und *Tschirch* 1923, p. 296) erwähnt.

Neuerdings wird die Pflanze in zunehmendem Maße in Kultur genommen, um eine Droge von besserer Qualität und frei von Verunreinigungen zu erhalten. Die Firma *Caesar und Loretz* liefert die Sorte „electa" schon seit Jahren aus eigenen Pflanzungen. (Näheres in den Jahresberichten dieser Firma). Daneben befasst sich die *Hortus-Gesellschaft* mit der wissenschaftlichen Erforschung des Anbaues. Schweizerische Versuchsfelder liegen im Kanton Tessin (*Torricelli* 1929). Ferner wird noch angebaut in Oesterreich, Ungarn, Belgien, (*Zörnig* 1916), England, Frankreich, Amerika, Japan (*Tschirch* 1923 p. 296), Niederländisch Indien (*Heil- und Gewürzpfl.* 1932), Rußland (*Kreyer* 1930/1), Estland (*Stamm* 1928 9), Norwegen und Schweden (*Jermstad* 1918, p. 398).

Der Verbrauch an Folium Stramonii ist ein ganz beträchtlicher. Aus dem Jahre 1917 liegt uns eine Angabe vor, wonach sieben deutsche Drogenhandlungen einen Gesamtumsatz von etwa 20 550 kg aufweisen. Nach einer Mitteilung der Firma *Siegfried* in Zofingen (Schweiz) benötigte sie in den letzten Jahren für die Schweiz durchschnittlich pro Jahr etwa 200 kg Fol. Stramonii und 20 kg Semen Stramonii.

Verwechslungen und Verfälschungen.

Bereits *Geiger* (1839) nennt als mögliche Verwechslungen des Krautes die Blätter von Solanum nigrum und Chenopodium

hybridum. Später sind noch weitere Beobachtungen veröffentlicht worden. Im *Jahresbericht über die Fortschritte der Pharmakognosie, Pharmacie und Toxicologie* von 1877 fand sich eine Angabe, wonach einer Sendung bis nahezu 50 % Blätter einer Lactuca-Art, vermutlich scariola oder virosa, beigemischt waren. *Zörnig* (1909, p. 172/3) führt noch an: Die Blätter von Datura Tatula, Carthamus selenoides und Xanthium strumarium. In China scheint Datura fastuosa ab und zu mit Datura Stramonium verwechselt zu werden *(Pharm. Ztg.,* 1887). Minderwertige Sendungen aus Ungarn sind oft mit Samenkapseln untermischt, die kaum mehr von der geschnittenen Droge getrennt werden können *(Caesar und Loretz*, 1926, p. 38). Andere Verunreinigungen gehen in die Zubereitungen und wirken sich erst dort unangenehm aus. So wurden in Folia Stramonii nitrata, die beim Verbrennen unangenehme, stechend riechende Dämpfe entwickelten, zerschnittene Federn, Vogelmist, Bindfadenreste und 10 % andere Blätter gefunden (*Caesar u. Loretz*, 1927, p. 57). Verhängnisvolle Krankheitserscheinungen können sich einstellen, wenn Stechapfelblätter irrtümlicherweise in andere Teemischungen gelangen. *Skarnitzl (Heil- und Gewürzpfl.* 1928/9, p. 174) berichtet über akute Vergiftungen, die sich nach Genuss von Eibischtee einstellten. Bei der Untersuchung fand er Folium Stramonii unter den Eibischblättern.

Bei den Samen sollen gelegentlich Verwechslungen mit Nigella sativa vorkommen. *(Geiger,* 1839).

KULTUR

Stechapfel ist nach *Jermstad* (1918, p. 399) von allen narkotischen Pflanzen am leichtesten zu kultivieren. Im Gegensatz zur Tollkirsche verlangt er eine verhältnismässig geringe Anbaufläche *(Boshart,* 1931, p. 97/8).

Der Boden soll locker sein, nicht zu stark austrocknend, möglichst der Sonne ausgesetzt *(Boshart,* 1931, p. 108/12) und von neutraler Reaktion, wobei eine kleine Verschiebung nach der alkalischen Phase belanglos ist. *(Hecht* etc., 1931/2, p. 141: pH 7,2—7,4; *Kreyer,* 1930/31, p. 6: pH 6,9). Hingegen wirkte sich stark alkalische oder saure Reaktion des Bodens ungünstig aus *(Kreyer,* l. c.). Auf Grund praktischer Erfahrungen kann der Moorboden als für die Kultur sehr günstig bezeichnet werden (*Hiltner und Boshart,* 1923, p. 2).

Die Aussaat der Samen erfolgt Mitte April bis Anfang Mai, entweder in ein Mistbeet *(Gentner,* 1917) oder direkt ins Freie *(Geiger,* 1917). *Boshart* empfiehlt im letzteren Falle ein Vorquellen in Wasser von 30° während drei Stunden. Die Aufzucht im Mistbeet bietet den Vorteil, dass die im Freien für gewöhnlich sehr unregelmässige Keimung ausgeglichener wird, sodass ungefähr gleich alte und gleich grosse Pflanzen zur Verfügung stehen. Nach 30—45 Tagen, d. h. Ende Mai—Anfang Juni, wenn keine Nachtfröste mehr zu befürchten sind, werden sie in allseitigen Abständen von 40—50 cm ins Freie versetzt, wobei die leicht verletzbare Pfahlwurzel *(Hegi,* s. t., p. 2615) sorgfältig behandelt werden muss, um das Anwachsen nicht unnötig zu erschweren.

Bei unseren eigenen Versuchen hatten wir auch in diesem Punkte keine Schwierigkeiten. Die Pflänzchen entwickelten sich nach kurzem Wachstumsunterbruch, wie ihn auch *Gentner* (1917) erwähnt, normal weiter. Einzig vergeilte Treibhausexemplare, die direkt ins Freie versetzt wurden, gingen leicht zugrunde. Wir glaubten die Ursache dafür in zu raschem Wechsel der Umgebung suchen zu müssen und gewöhnten deshalb die künstlich gezogenen Pflänzchen durch gesteigerten Luftzutritt langsam an die natürlichen klimatischen Bedingungen, während wir das Son-

nenlicht von Anfang an ungehindert zutreten liessen. Als vorteilhaft erwies es sich auch, zwischen Herausnahme aus dem Keimmedium und Einpflanzen am natürlichen Standort eine möglichst kurze Zeitspanne einzuschieben, da die Setzlinge schon nach wenigen Minuten welken.

Die weitere Wartung besteht im Ausjäten des Unkrautes, was später kaum mehr nötig wird, da die Blätter ein dichtes Dach bilden, in dessen Schatten das Wachstum anderer Pflanzen gehemmt erscheint. Von Zeit zu Zeit sollte auch der Boden etwas aufgelockert werden, um so seine Wasserkapazität zu erhöhen und um für die Wurzeln günstige Entwicklungsbedingungen zu schaffen.

Mit der Ernte der Blätter kann etwa Mitte Juli begonnen werden. Mit Unterbruch von einigen Wochen werden die grösseren Exemplare jeweils gepflückt. Für das Einsammeln von 1 kg trockener Droge rechnet man 1—2 *(Boshart,* 1931, p. 112) bis $2^1/_2$ Stunden *(Mitlacher* und *Wasicky,* 1911, p. 8). Das Trocknen geht langsam vor sich und erfordert oft mehrere Wochen. Am geeignetsten ist ein luftiger Ort. *Boshart* (1918) rät zu einer Temperatur von 30°. Für den Gewichtsverlust beim Trocknen seien folgende Werte genannt:

Autor:	Gewichtsverlust:
Boshart (1918)	ca. 85 %
Boshart (1931, p. 110)	im Mittel 81 %
Hecht-Himmelb.-Koch (1931/2, p. 141)	Schatzalp 82 %
	Korneuburg 79 %
Himmelbauer *(Tschirch* 1923)	67—70 %
Wiesmann (1935, p. 73)	im Mittel 83,6 %
Eigener Befund, 17. Juli 1936	86 %

Die Werte zeigen keine nennenswerten Abweichungen, mit Ausnahme der Zahlen von *Himmelbauer.* Zieht man die jahreszeitlichen Schwankungen mit in Berücksichtigung, so werden sie ohne weiteres verständlich, denn in der Herbsternte ist solch ein günstiges Ergebnis tatsächlich möglich, während im Sommer der Verlust bis auf ca. 86 % steigt. *(Boshart,* 1931, p. 108 u. 110).

Der Feuchtigkeitsgehalt der Droge ist von der Luftfeuchtigkeit abhängig und deshalb grösseren Schwankungen unterworfen. Bei Aufbewahrung in Glasstöpselgläsern werden von *Wiesmann* (1935, p. 73) 5—6 % Feuchtigkeit als normal bezeichnet. Der gleiche Autor fand Extremwerte von 3,7 % und 8,6 %. Letzterer wird noch übertroffen von einer Angabe *Bosharts* =9 % (1931, p. 98). *Gaze* bestimmte sogar 11,11 % (1912) und nach $2^1/_2$ Jahren in der gleichen Probe noch 6,5 %.

Den frischen Blättern ist ein stark narkotischer Geruch und ein widerlicher, bitterer Geschmack eigen. Die Droge riecht schwach narkotisch und schmeckt bitterlich-salzig. Die Lamina sind dünn und brüchig.

Die Früchte werden kurz vor bis kurz nach dem Aufspringen abgenommen, der grösste Teil im Herbst von den schon kahlen Pflanzen. Dann breitet man sie auf Tücher aus, möglichst locker, um zu verhindern, dass sie von Schimmel befallen werden. Während des Trocknens springen die Kapseln ganz auf und die Samen fallen bei der leisesten Bewegung heraus.

Als Ertrag von 100 m^2 Anbaufläche rechnet man 10—12 (—20) kg getrocknete Blätter und 7—10 (—16) kg Samen. (*Boshart*, 1917 und 1931 p. 112).

MORPHOLOGIE

KEIMUNG UND WACHSTUM

Um für unsere Untersuchungen genügend Material zur Verfügung zu haben, stellten wir einige einfache Keimungsversuche an, da die uns aus der Literatur bekannten Resultate auf ein etwas eigenartiges Verhalten der Samen bei der Keimung schliessen liessen. Das Wesentliche geben wir im folgenden kurz wieder.

Schon *Kinzel* (1913, p. 90) fiel das langsame Aufgehen des Saatgutes auf. Erniedrigung der Temperatur vor der Keimung war erfolglos, ebenso Vorbehandlung in Wasser von 95°. Ueberraschend gute Werte ergaben sich hingegen, wenn das Keimbett auf eine Temperatur von 17°—25° gebracht wurde. *Auenmüller* (1916, p. 26) versuchte, da unter normalen Bedingungen in Petrischalen angesetzte Proben resultatlos verliefen, mit 1% Schwefelsäure eine Reizwirkung auszulösen. Es keimten in drei Proben 5% und in einer 10% der ausgelegten Samen.

Erhöhte Temperatur scheint also die Keimung günstig zu beeinflussen, während die Wirkung der übrigen Faktoren mehr oder weniger fraglich bleibt.

Eigene Versuche:

Aussaat direkt ins Freie.

1. Am 26. März 1936. Samen aus Greifswald. Boden im Herbst gedüngt, mit Kalk vermischt. Die Samen mit einer etwa 1 cm hohen Erdschicht bedeckt. Am 9. April erreichte die Bodentemperatur erstmals 21°, am 26. April 20°. Am 29. April hatten 2% gekeimt. Der Rest ging nicht mehr auf.

2. Am 5. Mai. Samen aus Greifswald und Basel.

Beet *a* immer von der Sonne beschienen. Erde wie in 1. Beide Proben gehen zu 30—40% auf. Die erste Pflanze blüht am 26. Juni.

Beet *b* Morgen- und Abendsonne, Komposterde. Es keimen nur 3% der Samen. Die Pflanzen bleiben im Wachstum hinter denen von Beet *a* zurück.

Zu bemerken ist, dass kleine graue Nachtschnecken durch Abfressen der Keimblätter viele Pflänzchen vernichteten.

Proben in glasbedeckten Töpfen.

3. Samen aus Greifswald, leicht mit Erde bedeckt. Komposterde mit Torf vermischt. Licht gedämpft. Jeden Tag von 15^0 auf 25^0 steigende Wechseltemperaturen.

Nach Tagen	Gekeimt in %
5	8
6	26
7	66
10	68

4. Samen aus dem Botanischen Garten in Basel. Versuchsanordnung wie bei 3., nur die Temperatur zunächst während 8 Tagen bei 10^0. Es trat keine Keimung ein. Eine Erhöhung der Temperatur auf 15^0—25^0 zeitigte wieder gute Resultate. Von diesem Tage an gerechnet waren

Nach Tagen	Gekeimt in %
6	5
9	25
12	62
14	74
18	82

Mehrere Pflänzchen waren von Blattläusen befallen.

5. Orientierender Versuch über den Einfluss des direkten Sonnenlichtes.

Es wurden je 20 Samen in Töpfe mit Komposterde gebracht und *a* überhaupt nicht, *b* mit wenig Erde, *c* wie in *a*, nicht mit Erde, aber mit schwarzem Papier bedeckt, und im Freien belassen.

Probe *a:* keine Keimung
b: nach 10 Tagen 10 gekeimt
c: nach 4 Tagen 5, nach 10 Tagen 15 gekeimt.

6. Keimungsversuch im Freien. Samen aus Zürich und Samara (Russland). Mit einer etwa 0,5 cm hohen Erdschicht bedeckt. Die Temperatur sank nachts bis auf 10^0 und stieg nachmittags bis auf 37^0.

	Zürich	Samara
Nach Tagen	Gekeimt in %	
5	4	
6	21	
7	55	14
9	71	34
12	78	51
21	86	57

Die Keimprozente der russischen Samen liegen deutlich tiefer. Vielleicht spielt die Provenienz eine Rolle.

Zusammenfassend können wir auf Grund dieser noch sehr lückenhaften Ergebnisse sagen:

1. Temperaturen von 15—25° sind für die Keimung am günstigsten. Die obere angegebene Grenze kann überschritten werden. (Wechseltemperaturen; Versuch 6).
2. Die Samen werden am besten mit einer dünnen Erdschicht bedeckt, da direktes Sonnenlicht auf den Keimungsvorgang hemmend wirkt.

Inwiefern das Keimmedium eine Rolle spielt, bleibt ungewiss. Denn auch bei unseren Versuchen in Petrischalen zwischen Löschpapier hatten wir, wie *Auenmüller* (l. c.) schlechte Ergebnisse.

Bei Beginn des Keimungsprozesses quillt der Same leicht auf, wobei sich seine Oberfläche schleimig anfühlt. Das Keimungsmedium ist von einem grün fluoreszierenden Farbstoff durchsetzt. Das an der Mikropyle durchbrechende Würzelchen drängt die Testa auseinander. Alsbald nach seinem Austreten wendet es sich geotropisch nach unten und verankert sich im Boden. Nach wenigen Tagen, oft schon am zweiten, erscheinen am Wurzelgrund die ersten Wurzelhaare als zarter Flaum und entwickeln sich akropetal weiter. Dann streckt sich das Hypokotyl, durchstösst hakenförmig gekrümmt den Erdboden, die Kotyledonen hinter sich nachziehend. Die Nährstoffe sind jetzt aufgebraucht, das Endosperm ist eingetrocknet.

Bei Keimung auf der Erdoberfläche beobachteten wir, wie *Steiger* (1920, p. 24) an Polygala Senega, dass die Kotyledonen Mühe hatten, sich ganz aus der Samenschale herauszuarbeiten. Meist gelang ihnen dies, indem die freien Hälften sich tangential auseinanderspreizten und durch den Druck die Schale abstreiften.

Sobald die Kotyledonen die Erdoberfläche erreicht haben, wendet sich der abwärts gerichtete Teil des Hypokotyls nach oben, die Kotyledonen stellen sich wagrecht und ergrünen. Sie sind gegenständig.

Nach Verlauf von etwa 6—8 Tagen entwickeln sich in sehr kurzem Abstand zwei Primordialblätter.

Das walzenrunde Hypokotyl ist blassgrün und ringsum behaart. Seine Uebergangszone zur Wurzel erscheint verdickt. Die ersten Nebenwurzeln beobachteten wir nach 5—6 Tagen.

Nach 10—14 Tagen erreichen die Kotyledonen ihre volle Grösse. Sie sind dunkelgrün, ganzrandig, lanzettlich, mit abgerundeter Spitze, ca. 4,5 cm lang, basal etwa 8 mm breit. Der

Mediannerv ist oberseits hellgrün, eingesenkt, unterseits frei von Chlorophyll und hervortretend.

Nach 20—30 Tagen werden die Keimblätter gelb und fallen ab.

Inzwischen entwickelt sich als direkte, unverzweigte Fortsetzung des Hypokotyls das Epikotyl. Es streckt sich beim weiteren Wachstum gleich oberhalb der Keimblätter. Die Primordialblätter werden dadurch, während sie zu ihrer normalen Grösse auswachsen, emporgehoben. Sie stehen jetzt noch fast auf gleicher Höhe, ihr gegenseitiger Abstand nimmt aber rasch zu. Sie stehen im rechten Winkel zu den Kotyledonen.

Die Lamina des ersten Primordialblattes erscheint im ausgewachsenen Zustande spitz eiförmig, ganzrandig, mit egalen Blatthälften, behaart, ca. 5,5 cm lang und 2,6 cm breit (nach unseren Beobachtungen). Der Blattstiel ist im Querschnitt halbkreisförmig, oberseits abgeflacht, etwas geflügelt, behaart und ca. 4 cm lang (Bild 3, b 1). Das zweite ausgewachsene Primordialblatt ist grösser, breiter und am Blattrand an einigen Stellen leicht vorgezogen (Bild 3, b 2). Diese beiden Blätter fallen stets ab.

Die nächsten Laubblätter verschieben sich zu wechselständiger Stellung und bilden sich der Reihe nach in Form und Grösse immer mehr zu der typischen Stramonium-Blattform aus (Bild 3, b 3 und b 4).

Nach dem 5.—8. Laubblatt tritt eine Stauung der Hauptachse ein. Sie schliesst ihr Spitzenwachstum bei einer Höhe von 20—25 cm mit einer terminalen Blüte ab. Befindet sich die Pflanze in einem ihr nicht zusagenden Nährsubstrat oder verfügt sie über ungenügenden Bodenraum, so wird mit dieser terminalen Blüte das Wachstum überhaupt eingestellt. Selbst unsere, in sehr gute Komposterde gebrachten Samen, gelangten aus diesem Grunde (Bodenraum) oft nur bis zur Endblütenbildung und verblieben in dieser Entwicklung bis zum Herbst. Bild 5 zeigt anschaulich, wie die Pflanze rechts im grösseren Topf kräftiger ist.

Unter günstigen Bedingungen entwickelt sich eine grosse Pflanze mit der für Datura Stramonium charakteristischen dichasischen, seltener trichasischen Verzweigung, wie sie von *Wydler* (1844, p. 691/2) eingehend beschrieben wird. Wir schildern die Verhältnisse nochmals kurz. (Vgl. Bild 1 und 6): Aus den Achseln der gegenständigen, fast gleich hohen Vorblätter der Blüte entspringt je eine Seitenachse. Sie ist mit dem ihr anliegenden Teil des Blattstieles verwachsen, sodass beide Teile am weiteren Streckenwachstum beteiligt sind. Während die sekundäre Hauptachse wieder in einer Blüte endigt, löst sich der Blattstiel ab, entwickelt sich selbständig weiter und bringt die Blattlamina in eine geeignete Lage. Die beiden nächstfolgenden Hauptachsen entwickeln sich aus den Achseln der jetzigen Vorblätter.

Die Aufteilung erfolgt aber nicht gleichmässig, sondern die eine Achse erscheint gegenüber der anderen gleicher Ordnung gefördert (Bild 6, b gegenüber a), sei es nur insofern, als sie länger und kräftiger ist, oder als die andere, nach Art eines Sympodiums, keine Seitenzweige mehr bildet.

Aufeinanderfolgende Verzweigungsebenen fallen nicht zusammen, sondern stehen im rechten Winkel zueinander.

Aus den Achseln der Laubblätter, namentlich am unverzweigten Stammstück, gehen häufig blüten- und fruchttragende Sprosse hervor (Bild 1).

Nach diesem, die Pflanze in ihrer äusseren Erscheinung beschreibenden Kapitel, wenden wir uns der Anatomie ihrer einzelnen Teile zu.

WURZEL

Primäres Stadium

Schneiden wir eine junge Pfahlwurzel von ca. 2,5 cm Länge quer (Tafel 1, Fig. 1), so finden wir sie von einer einschichtigen Epidermis umschlossen. Es sind kleine, zartwandige, radial bis leicht tangential gestreckte Zellen mit verkorkter, brauner Membran. Ihre Höhe beträgt etwa die Hälfte der äussersten Rindenzellen. Teilweise sind sie zu schlauchförmigen, dünnwandigen Wurzelhaaren mit halbkugeliger, zuweilen keulig verbreiteter Spitze ausgewachsen.

Die Rinde besteht aus mehreren Parenchymlagen, an älteren Wurzeln sind es basal 4, nach dem Wurzelhals zu steigt ihre Zahl bis auf 8—10. Die Zellen sind grosslumig, rundlich, dünnwandig und lassen zwischen sich dreieckige Interzellularen frei. Kollenchymatische Verdickungen, wie *Auenmüller* (1916, p. 27) sie beschreibt, konnten wir nicht finden. Die Endodermiszellen sind weniger hoch, meist tangential gestreckt, und an den *Caspary*'schen Punkten gut zu erkennen. Mit den Rindenzellen bilden sie Interzellularen.

Der Zentralzylinder ist gegen die Rinde durch einen einschichtigen Perizykel abgeschlossen. Die radial gestreckten, geradwandigen Zellen stossen allseitig ohne Interzellularen an die Gewebselemente. Unmittelbar darunter sehen wir an zwei diametral gegenüberliegenden Polen die ersten Xylemgruppen mit nur je drei oder vier, im Längsschnitt ringförmig und spiralig verdickten Gefässen. Sie werden durch einen grosszelligen zentralen Parenchymstrang getrennt. Dieser bildet sich aber nach kurzer Zeit unter Verdickung und Verholzung der Membranen zu Xylem um, sodass die ursprünglich diarche Anlage zu einer

den ganzen Zentralzylinder durchquerenden, zusammenhängenden Xylemplatte wird. Zu beiden Seiten liegt dünnwandiges, polygonales Parenchymgewebe und an den Perizykel grenzend, rechtwinklig zum Xylem, eine noch nicht deutlich ausgebildete, gestreckte Phloemgruppe.

Bevor noch ein deutliches Kambium entstanden ist, verholzen auch die dem mittleren Abschnitt anliegenden Parenchymzellen.

Vor dem Uebergang in das Hypokotyl wird der Gefässbündelstrang breit spindelförmig. Hierauf spaltet er sich senkrecht zur Bildungsrichtung in zwei Hälften, die selbständig weiterlaufen. Jede ist zusammengesetzt aus den Xylemprimanen, die als kleines Spitzchen nach dem Perizykel gerichtet sind, und den nach der Mitte orientierten, später entstandenen, weitlumigeren Gefässen. Das Zentrum nimmt ein nur wenige Zellen breites Markgewebe ein. Gleichzeitig teilen sich die Siebstränge radial in zwei Hälften, die in tangentialer Richtung auseinanderweichen (Tafel 1, Fig. 3).

Sekundäres Stadium

Der Beginn des sekundären Stadiums gibt sich durch Tangentialteilungen zu erkennen, die im Parenchym zwischen Phloem und Xylem auftreten, und fast gleichzeitig auch in dem über den Xylemprimanen liegenden Teil des Perizykels, nachdem sich diese Zellen etwas gestreckt haben, einsetzen (Tafel 1, Fig. 2, c). Der aus dieser Anlage entstehende Kambiumring vergrössert sich auf mehrere Zellagen (Bild 8, c). Er gliedert nach innen neues Holz, nach aussen Bast (sekundäre Rinde) ab.

Zum Bastteil ist zu bemerken, dass die beiden primären, gegenüber liegenden Phloemteile an der Kleinheit ihrer Zellen, dem stärkeren Lichtbrechungsvermögen und der leichten Verdickung ihrer Membranen deutlich erkennbar sind (Bild 8, ph_1). Neue Gruppen (ph_2) sind in Bildung begriffen. Dazwischen liegen grössere, zartwandige Parenchymzellen. Das primäre Phloem hat durch das Wachstum bis zur endgültigen Gestalt eine Flächenvergrösserung erfahren, die sich nach aussen geltend macht. Der Perizykel zeigt an den betreffenden Stellen Ausbiegungen. Seine Zellen (Bild 8, pe) sind, wie überhaupt in der sekundären Rinde, geradwandig, polygonal, ohne Interzellularen. Mit Ausnahme der isodiametrischen Formen über den ersten Siebgruppen, sind sie grossenteils tangential gestreckt und teilen sich radial, seltener tangential, wie wir an ursprünglich mehr radial gestreckten Zellen beobachten konnten.

Die Rindenzellen (Bild 8, ri) sondern sich durch ihre Grösse vom Perizykel deutlich ab. Infolge der Dilatation wurden sie

tangential gedehnt. Sie haben, wie der Perizykel, neue Radialwände angelegt. Die ursprünglichen, jetzt breit elliptischen Zellen, lassen sich an den Interzellularen, die sich bilden, und den, im Vergleich zu den neuen, etwas verdickten Membranen gut wahrnehmen. Die Endodermis weist die geringste Höhe von allen Rindenzellen auf. Auch die neuen Wände haben *Caspary*'sche Punkte.

Die Epidermis ist stellenweise als mehr oder weniger zusammengefallene Schicht erhalten. Die Wurzelhaare sind kollabiert. Zumeist finden wir die Exodermis (Bild 7. ex) an ihrer Stelle. Die Wurzel bleibt aber nicht bei diesem einfachen Abschlussgewebe stehen. Durch Radial- und Tangentialteilungen in der darauffolgenden Rindenschicht wird ein schmales Kambium gebildet, das rechteckige, zartwandige Korkzellen nach aussen abgliedert. Phellodermbildung unterbleibt. Bei den Wurzeln ist dies der seltenere Fall, da bei ihnen das Phellogen meist aus dem Perizykel hervorgeht (*Strasburger*, 1936. p. 119: *Steiger*, 1920. p. 34). Die von *Levinsky* (1924) angeführte Bildung aus der Epidermis konnten wir nicht beobachten. Er verweist hierbei (ohne Seitenangabe) auf *de Bary*. Wir fanden dort nur die Bemerkung (1877, p. 114), dass Korkbildung in der Epidermis oder in jeder lebenden Parenchymzelle ihren Ursprung nehmen kann. Werden Teile der Rinde durch irgendwelche Vorgänge losgerissen, so können auch tiefere Lagen diese Tätigkeit aufnehmen.

In diesem Stadium zeigen sich in der primären Rinde, nahe der Endodermis, die ersten Ablagerungen von Kalziumoxalat als eines die ganze Zelle ausfüllenden Kristallsandes aus tetraederähnlichen Formen. Ueber die Einordnung im Krystallsystem dieser, unter anderem bei den Solanaceen regelmässig vorkommenden Gebilde herrscht noch keine Klarheit. Sie sind von monoklinen Täfelchen begleitet. (*Frey-Wyssling*, 1935. p. 255).

Der Zuwachs des Holzzylinders führt in den verschiedenen Wurzelabschnitten zu charakteristischen Gewebeverbänden. In der Mitte des untern Drittels zeigt eine solche Wurzel erst wenige sekundäre Gefässe (Bild 7). In der Mitte des zweiten Drittels sind es schon mehrere (Bild 8). Ueber den Xylemprimanen (x_1) sind sie unterbrochen. Dünnwandige Parenchymzellen, zu den primären Markstrahlen gehörig, füllen die Lücke aus. Wenig oberhalb sehen wir zwei bereits ansehnliche Gruppen, mit verholztem Parenchym und sklerenchymatischen Elementen umgeben. Im obern Drittel (Bild 9. x_2 sekundäre Gefässe) verläuft der zentrale Strang meist mehr oder weniger exzentrisch. Er erscheint nach der Seite geneigt, nach der die Seitenwurzeln abgehen, die hier in weit grösserer Zahl entstehen,

als weiter unten. Eine andere Eigentümlichkeit ist das Parenchymgewebe, das ihn umgibt. Es nimmt seinen Ursprung im Kambium, und verholzt nicht, wie wir später noch sehen werden. Darin liegen zerstreut Gefässe, von verholztem Gefässparenchym und einigen Sklerenchymelementen begleitet (x_2). Kurz vor dem Uebergang in das Hypokotyl wird nur noch von vier Orten des Kambiums aus Gefässe führendes Gewebe gebildet. Die ursprünglich breit spindelförmige Xylemplatte wird dadurch zu einem tetrarchen Bündel (Bild 10). Die vier Schenkel schneiden 2 spitze und 2 stumpfe Winkel aus. Letztere werden durch die Xylemprimanen halbiert (x_1; xp = Xylemplatte).

Wie schon für das primäre Stadium geschildert, tritt daran anschliessend Spaltung in zwei Hälften ein, indem die Trennungslinie senkrecht zur gedachten Verbindungslinie der ersten Gefässe verläuft.

Die Seitenwurzeln zeigen bis jetzt eine mit der Hauptwurzel übereinstimmende Entwicklung. Sie nehmen ihren Anfang von den Polen der Xylemprimanen. Da diese aber nicht im Zentralzylinder fixiert sind, sondern sich verschieben können, sind die sekundären Wurzeln meist unregelmässig zweizeilig angeordnet.

Ausgewachsene Wurzel

Die normal gewachsene Herbstwurzel (Bild 2) besitzt eine radiäre, orthotrop gerichtete, spindelförmige Hauptachse. Von ihr strahlt in mässig geneigter Richtung ein Kranz langer, dem razemösen Grundbau entsprechend, weniger stark entwickelter Seitenwurzeln aus. Diese sind ihrerseits allseitig verzweigt. Am untern Abschnitt entspringen einige stärker entwickelte Sekundärwurzeln neben zarten Würzelchen.

Anatomisches Bild:

Wir untersuchten eine im Herbst gegrabene, etwa 16 cm lange, an ihrem Uebergang in den Stamm ca. 2,5 cm dicke Pfahlwurzel, und zwar zunächst im Querschnitt nahe der Spitze, in der Mitte der Längsachse und in ihrer obersten Lage nahe dem Stengel, sowie im radialen und tangentialen Längsschnitte.

Querschnitt

1. Nahe der Spitze, etwa 2,5 mm Dicke (Bild 13).

Die Epidermis ist bereits völlig abgeworfen. Sie ist durch einen Kork aus wenigen Lagen (gewöhnlich 3—4) rechteckiger, tangential gestreckter Zellen mit zarter, brauner, häufig schwach verholzter Membran ersetzt (k). Das Korkkambium ist undeutlich. Phelloderm fehlt.

Die primäre Rinde besteht aus etwa 4 Reihen elliptischer, nicht oder schwach verdickter Zellen. Viele von diesen schliessen Kalziumoxalatsand ein (ox). Die Endodermiszellen sind tangential, ausnahmsweise auch radial gestreckt; sie lassen den *Caspary*'schen Punkt oft noch deutlich erkennen. Häufig ist von der Primärrinde nicht mehr viel zu sehen. Ganze Partien können bis auf die Endodermis fehlen. Oder aber die Elemente sind mehr oder weniger zusammengedrückt und füllen sich mit braunem Inhalt. Immerhin bleiben die Kalziumoxalatsandzellen deutlich sichtbar.

Die sekundäre Rinde weist bereits eine ansehnliche Mächtigkeit auf. Von der primären unterscheidet sie sich durch die kleineren Zellelemente. Zu äusserst liegen die tangential gedehnten Zellen des meist ein-, seltener zweischichtigen Perizykels. Der Siebteil ist in unmittelbarer Nähe des Kambiums noch gut erhalten (vgl. Bild 14). Die nächsten Gruppen weisen verdickte Membranen auf; die äussersten kollabieren unter teilweiser oder gänzlicher Verholzung ihrer Wände. Ebenso verdicken sich die fast isodiametrischen Siebparenchymzellen in beschränktem Masse. Die Markstrahlen der Rinde sind, der schwachen Entwicklung im Holzkörper entsprechend, undeutlich, und gehen in flach elliptisches Parenchym über, das den Raum zwischen den Phloemgruppen ausfüllt. Sie führen Kalziumoxalatsand.

Im äusseren Teil der sekundären Rinde und seitwärts der Phloemgruppen finden sich, im Gewebe zerstreut, zahlreiche sklerenchymatische Elemente. Sie liegen einzeln oder zu zwei bis drei, seltener zu mehreren (wir zählten bis sechs) in kleine Gruppen zusammengefasst. Die Form des Querschnittes stimmt mit der der benachbarten Zellen weitgehend überein, in der Mitte der längsgestreckten Zelle gewöhnlich weitlumig und elliptisch, an den Enden englumig und rundlich. Die Membran ist nur wenig verdickt und gibt mit Phlorogluzin-Salzsäure leichte Verholzungsreaktion.

Das Kambium ist bis auf wenige Lagen reduziert, da beiderseits die Elemente gleich ihre endgültige Umbildung erfahren haben. Die Zellen des interfaszikularen Kambiums sind etwas grösser als die des faszikularen.

Im Holzkörper ist der primäre Xylemstrang an den engen Gefässen gut zu erkennen (Bild 13, x¹). Zwei primäre Markstrahlen reichen bis zu den Xylemprimanen. Sie weisen eine Breite von ca. vier Zellen auf und besitzen im äusseren Abschnitt verdickte und leicht verholzte, einfach perforierte Wände. Die Poren sind rundlich, elliptisch, stumpf dreieckig oder schlitzartig auslaufend. Im inneren Abschnitt sind die Zellen ebenfalls

radial gestreckt, zum Unterschied von den äusseren aber zartwandig, polygonal und unverholzt und zuweilen mit Kalziumoxalatsand angefüllt. Die sekundären Markstrahlen heben sich weniger deutlich ab. Sie erreichen meist nur eine Breite von 1—2 Zellen und werden da und dort von den Gefässen beiseite gedrängt. Sofern sie sich in ihrem Verlauf bis nahe zum Zentrum erstrecken, unterbleibt auch bei ihnen die Verdickung der Membranen in der zentralen Zone.

Die Markstrahlen beeinflussen die Struktur des Holzkörpers nicht; darum erscheint dieser nicht strahlig, sondern dem unbewaffneten Auge als siebartig porös. Die Gefässe liegen einzeln oder gruppenweise auf konzentrischen Kreisen. Im Umriss sind sie rundlich oder oval, mit abgeflachter Berührungslinie. Der Durchmesser des Lumens übersteigt in der Mehrzahl 100 μ und kann bis 160 μ betragen. Die Wandungen sind verdickt und stark verholzt, die Querwände einfach perforiert (Bild 13).

Holzparenchym ist wie bei vielen anderen Solanaceen (vgl. *Fedde*, p. 21) nur spärlich vorhanden. Es umhüllt die Gefässe. Die Zellen sind verdickt, stark verholzt, mit einfachen Poren und parallel dem Gefässumriss gestreckt (Bild 15, p).

Die Holzfaserzellen ziehen sich als breite Ränder zwischen den Gefässen und den Markstrahlen durch und füllen den vom übrigen Gewebe nicht beanspruchten Raum aus. Sie sind polygonal, verdickt, stärker verholzt als die Markstrahlen, aber nicht in dem Masse, wie Gefässe und Gefässparenchym (Bild 15, f). Nahe der Mitte schliessen sie vereinzelte Gruppen polygonaler, interzellularfreier, zartwandiger Parenchymzellen ein, welche den Markstrahlen benachbart liegen (Bild 13, pa).

2. Querschnitt in der Mitte der Wurzel. Deren Durchmesser nahezu 1 cm.

In der Rinde treten nur geringe Verschiebungen gegenüber dem oben beschriebenen Bilde auf. Die primäre Rinde hat sich auf fünf bis sechs Reihen verdickt. Ueberdies hat die Grösse ihrer Zellen zugenommen. Die sekundäre weist ebenfalls einen grösseren Umfang auf und erscheint dadurch, dass die Markstrahlen hervortreten, deutlich gegliedert. Die Zellen dieser Strahlen erscheinen in der Nähe des Kambiums oft polygonal rechteckig, erweitern sich aussen in tangentialer Richtung und münden bei den flachgedrückt elliptischen Zellen nahe dem Perizykel aus. Hier sei auch auf Bild 14 verwiesen, welches das Kambium (c), eine Phloemgruppe (a), den Beginn des Kollabierens (b) und Zellen mit Kalziumoxalatsand (ox) zeigt.

Der Holzkörper tritt uns in einem wesentlich veränderten Bau entgegen. Die Markstrahlen sind breiter (bis 6 Zel-

len), verlaufen geradlinig und lassen sich alle gut verfolgen. Am Kambium sind ihre Zellen oft noch leicht tangential gestreckt oder fast quadratisch. Bald aber herrscht die radiale Streckung vor. Die Membranen sind, wie für den basalen Querschnitt schon beschrieben, allseitig von zahlreichen Poren durchsetzt. Im Innern bleiben sie wiederum unverdickt und zerreissen beim Trocknen leicht. Das Lumen der Gefässe erscheint kleiner, wir massen bis 100 μ. meist 70 — 80 μ. Die Holzfasergruppen sind stark entwickelt.

Markstrahlen, Gefässe und Holzfasern bilden einen äusseren, zylindrischen, gänzlich verholzten Mantel. Im angrenzenden Abschnitt bis zum primären Strang treten die Holzfasern nur in Form von Belägen um die Gefässe auf. Das parenchymatische Gewebe hat zugenommen, bildet mehr oder weniger zusammenhängende konzentrische Bänder und führt interxyläres Phloem (Bild 15. ph). Die Benennung für diese innerhalb des Holzes verlaufenden Siebröhrengruppen stammt von *Weiss* (1883), der ihr Vorkommen in der Wurzel von Datura Stramonium auch erwähnt. Auch wir fanden solche regelmässig, sodass sie als typisch bezeichnet werden können. Sie sind so gross wie die umgebenden Parenchymzellen oder grösser. Vereinzelt verlaufen in diesem parenchymatischen Gewebe sklerenchymatische, verholzte Zellen. Die peripheren Parenchymzellen können schwache Verholzungsreaktion geben, ohne stark verdickt zu sein. Sie sind dann gewöhnlich porös. Kalziumoxalat ist in Sandform in zahlreichen Zellen abgelagert (Bild 15, ox).

3. Querschnitt durch die Wurzel etwa 2,5 cm unterhalb des Stammes. Durchmesser 2 cm.

Die Rinde lässt auch hier den gleichen anatomischen Grundbau erkennen, wie im mittleren Teil der Wurzel. Stellenweise besteht sie, wie der Kork, aus zahlreichen Lagen. Als sekundäre Erscheinung, die wir meist nur am oberen Ende der Wurzel und nicht in allen Schnitten antrafen, sei erwähnt, dass die Zellen der primären Rinde sich in Steinzellen umwandeln können. Der Zellgrösse entsprechend sind sie meist grosslumig, ferner geradwandig und rechteckig, seltener polygonal. Die Membranen sind verdickt (9 –15 μ), geschichtet, von einfachen Porenkanälen durchzogen. Von der Fläche gesehen sind die Poren, wie bei den Markzellen, rundlich, abgerundet eckig, manchmal in zwei feine Spalten auslaufend.

Der vollständig verholzte äussere Holzring springt nach innen spitzzackig vor. Diese Zacken sind von Parenchym mit verschieden stark ausgeprägter Verdickung und Verholzung durchbrochen. Einige Stellen geben mit Phlorogluzin-Salzsäure keine Reaktion. Aehnlich sind die dazwischen liegenden Markstrahlen

beschaffen. Ihre Zellen erscheinen geradwandig, polygonal, z. T. leicht verdickt, porös und verholzt, z. T., und zwar meist die mittleren, unverdickt und nicht verholzt. Um den zentralen Strang sind ohne bestimmte Anordnung zahlreiche verholzte Gefässgruppen mit Gefässparenchym und Holzfasern gruppiert. Die Markzellen sind grosslumig, mit bogigen Wänden, verschieden gestaltet, nach den Gefässgruppen gestreckt, leicht verdickt, porös und verholzt. Die interxylären Phloemgruppen sind nur von wenigen dünnwandigen Parenchymzellen umgeben.

Stärke konnten wir keine nachweisen. Nach *Levinsky* (1924) soll sie vereinzelt zu treffen sein. Rundliche, 1—4 μ (bis 11 μ) grosse Körner.

Längsschnitts-Ansichten

1. Radialer Längsschnitt.

Die Korkzellen sind rechteckig, vertikal gestreckt (Bild 16, k).

Die grossen, kaum verdickten Zellen der primären Rinde haben elliptische Gestalt (r_1). Allfällig vorkommende Steinzellen sind quadratisch oder etwas gestreckt. An der sekundären Rinde (r_2) sehen wir die durch ihre Kleinheit auffallenden, eher bauchigen Zellen des Perizykels, von denen sich die benachbarten Zellagen nur wenig unterscheiden. Nach innen strekken sie sich mehr und mehr. Hier finden sich die Skleremchymzellen (Bild 16), nur teilweise bezeichnet, sk). Sie sind stabförmig, gerade oder leicht gekrümmt, an den Enden gerade, halbkugelig, prosenchymatisch zugespitzt oder stiefelartig erweitert. Die von schmalen oder elliptischen, schrägstehenden Poren durchsetzte Membran ist undeutlich geschichtet, aussen glatt, nach innen in ihrer Verdickung unregelmässig. Kurzen, elliptischen Fasern begegnet man hie und da in der Nähe des Perizykels. Die Länge beträgt 100—450 μ, das Lumen in der Mitte 30—40 μ, die Wanddicke ca. 5 μ (Mittelwerte).

An den kollabierten Siebgruppen sind, neben kürzeren, noch stark längsgestreckte Elemente zu erkennen.

Die Zellen mit Kalziumoxalatsand sind länglich (Bild 16, ox; vgl. auch Bild 18).

Holzkörper: Die Zellen der Markstrahlen sind rechteckig, mehr oder weniger vertikal gestreckt, schon nahe am Kambium porös und verdickt.

Die primären Gefässe zeigen Ring- und Spiralverdickungen, die der sekundären Netz- und Tüpfelverdickungen, neben mannigfachen Uebergängen. Die Tüpfel können spaltenförmig sein,

die Spalte steht quer, von einem rundlichen oder elliptischen Hof umgeben, oder aber sie erweitert sich bis zur ausgesprochen elliptischen Durchbrechung der Wand. Je nach dem gegenseitigen Abstand der Poren und der Schicht, die wir mit dem Schnitt getroffen haben, erhält die Membran nach dem Gefässlumen zu bienenwabenartiges Aussehen oder sie gewährt das Bild einer Platte mit ausgeschnittenen Ellipsen.

Die Holzparenchymzellen sind meist stark axial gestreckt, rechteckig.

Die langgestreckten Holzfaserzellen haben eine Wanddicke von etwa 5 μ. An beiden Enden laufen sie spitz zu. Sehr viele zeigen Hoftüpfel und können den Fasertracheiden zugerechnet werden. Andere wieder tragen nur spärliche, schrägstehende, schlitzförmige Spalten. Auch Uebergänge zwischen beiden Formen fehlen nicht (vgl. auch Bild 17).

2. Tangentialer Längsschnitt.

Die Korkzellen erscheinen als polygonale, rechteckige und quadratische Tafeln.

Sklerenchym- und Kalziumoxalatsandzellen haben das gleiche Aussehen wie im Radialschnitt (Bild 18, sk und ox, nur teilweise bezeichnet), ebenso die Holzfaserzellen (Bild 17, f).

Die Markstrahlen sind, je nach der Höhe, in der der Schnitt ausgeführt wurde, 1 — 4 — 6 Zellen breit. Die Höhe schwankt zwischen 1 und 25 Zellen. Die grösseren sind öfters von Holzfasern durchquert. Form und Grösse der einzelnen Zellen variiert. Die mittleren sind häufig beinahe isodiametrisch, die zu beiden Seiten anschliessenden stark gestreckt (Bild 17).

Hinsichtlich der Seitenwurzeln ist zu bemerken, dass die von uns untersuchten Faserwurzeln aus dem obersten Wurzelabschnitt einen teilweise abweichenden Bau besassen.

Die primäre Rinde übertrifft die sekundäre an Mächtigkeit, im Gegensatz zur Hauptwurzel, um ein Mehrfaches. Sie zählt durchgehend etwa 8 Lagen. Die Entstehung eines Korkkambiums wurde auch in der Exodermis festgestellt. Der sekundären Rinde fehlen die Sklerenchymzellen. Im Phloem liegen nur einige wenige Gruppen hintereinander. Die äusserste ist wohl kollabiert, aber nicht verholzt. (Ganz selten fiel die Reaktion schwach positiv aus.)

Der Holzzylinder ist strahlig gebaut. Parenchymbänder trafen wir keine. Die primären Markstrahlen sind in ihrem innern Verlauf nicht verholzt.

SPROSSACHSE

(Mit Einschluss des Blatt- und Blütenstieles.)

Hypokotyl

Querschnitt durch das hypokotyle Glied eines jungen Keimpflänzchens zu Beginn des sekundären Stadiums.

Ein etwa 2,7 cm langes Hypokotyl, 1 mm vor dessen unterem Ende, zeigte bei einer Dicke von 1,1 mm folgendes Bild: Die Epidermiszellen sind schwach radial gestreckt oder isodiametrisch. Radialmembran gerade, zartwandig. Aussenwand vorgewölbt, etwas verdickt, von einer zarten, glatten oder feinwelligen Kutikula überzogen. Innenwand leicht kollenchymatisch. Spaltöffnungen finden sich ab und zu. Meist sind die Schliesszellen eingesenkt, seltener wenig vorstehend. Dadurch, dass diese nur etwa halb so hoch wie die Nachbarzellen sind, entsteht ein kleiner Atemraum. Er wird dadurch noch etwas vergrössert, dass die Rindenzellen zurücktreten. Die an den Atemraum stossenden Membranen sind verdickt.

Die Rinde besteht aus etwa 8 Lagen. Die äusserste Reihe zeigt kleine rundliche, beiderseits schwach kollenchymatisch verdickte Zellen. Diese Verdickungen finden wir bei der zweiten Reihe nur noch leicht ausgeprägt. Die nächsten Zellen sind breit elliptisch, unverdickt, mit dreieckigen Interzellularen, und werden bis zur sechsten Reihe grösser; die siebente Reihe und die Endodermis sind wieder kleiner. Letztere ist durch die *Caspary*'schen Streifen gut charakterisiert.

Der Zentralzylinder besitzt die Form eines Quadrates mit abgerundeten Ecken. Die Zellen des einschichtigen Perizykels sind klein und zartwandig. Das Kambium ist im Entstehen begriffen und hat nach innen vereinzelte sekundäre Elemente gebildet. Eigenartig ist die Anordnung der Gefässe der beiden getrennten Xylemstränge: sie ist nämlich einem flachen, nach aussen geöffneten W ähnlich. In der Mitte liegen die Xylemprimanen radial hintereinander, die erstgebildeten zu äusserst (Bild 11. x_1: das sekundäre Wachstum ist in diesem Bilde schon etwas weiter fortgeschritten). Seitlich ansetzend, auf der einen Seite durch eine Parenchymzelle von den Xylenprimanen getrennt, auf der andern sich direkt anschliessend, befinden sich die intermediären und superponierten Gefässe, worunter *Chauveaud* (1911, p. 369 ff.) die nächstgebildeten versteht, die noch primären Ursprungs sind (Bild 11, x_2), und die sich in den erweiterten sekundären Zuwachs fortsetzen (x_3). Sie „umschliessen" ein rechteckiges Mark aus verhältnismässig grossen, polygonalen, geradwandigen Zellen und drei Gruppen intraxylären

Phloems, die vor den primären Gefässen liegen. Die beiden extraxylären Phloemgruppen der Wurzel haben sich nach ihrer Zweiteilung bis vor die äussersten Gefässe des Stengels verlagert (ph_1). Unterwegs lassen sich noch kleinere Gruppen (ph_2) erkennen. Sie stossen alle direkt an den Perizykel. Die innerhalb derselben liegende Parenchymschicht hat als Kambiumanlage bereits einige tangential gestreckte Tochterzellen gebildet. Ueber den Xylemprimanen fehlen Siebteil und Kambium.

In der halben Höhe des Hypokotyls misst dessen Querschnitt ca. 0,9 mm. Die Epidermiszellen sind zumeist radial gestreckt, manche zu zartwandigen Gliederhaaren oder Drüsenhaaren mit rundem unterteiltem Köpfchen und 1—2 zelligem Stiel ausgewachsen. Die Kutikula beider Gebilde ist zart und glatt. Ihre Entwicklungsgeschichte folgt im Kapitel über die Kotyledonen. Die Schliesszellen der Spaltöffnungen sind in diesem Stadium noch von den Nebenzellen überwölbt, sodass sie in diese eingebettet erscheinen.

Die Rinde zählt noch etwa sechs Lagen rundlicher Zellen. Ausser dem Verschwinden der *Caspary*schen Streifen aus der Endodermis, zeigen sich an ihr keine Veränderungen.

Eine weitere Aufteilung hat sich im Xylem vollzogen, indem die Xylemprimanen durch Parenchymgewebe voneinander getrennt sind und die übrigen Gefässe in vier Gruppen isoliert für sich stehen. Die intraxylären Phloemgruppen haben sich vermehrt und vor die Gefässe verlagert. Das Mark führt rundliche Zellen; diese werden nach innen grösser.

Am oberen Ende, 0,5 mm vor der Ansatzstelle der Kotyledonstiele, beträgt der Querdurchmesser des Hypokotyls noch 0,8 mm.

Die Epidermis weist gegenüber dem durch die Mitte des Hyperkotyls geführten Schnitt keine Veränderungen auf.

An der Rinde ist nur noch die äusserste Lage, die hypodermalen Charakter angenommen hat, kollenchymatisch. Die restlichen Rindenzellen sind mehr oder weniger rund und bilden dadurch Interzellularen.

Jede der vier oben erwähnten Xylemgruppen hat sich in zwei bis drei kleinere Einheiten aufgelöst, die auf einem Kreisbogen liegen. Zwei breite, diametral gegenüber liegende Parenchymstreifen sind deutlich zu erkennen (Bild 12, pa). Sie verbinden das Mark mit der Rinde. Gleichzeitig erscheinen die Xylemprimanen vom Perizykel weg nach der innern Begrenzungslinie genannter Gruppen verschoben. Dementsprechend haben sich die Siebteile aussen und innen kreisförmig angeordnet. Sie besitzen ungefähr die Grösse einer benachbarten Zelle und

sind durch eine oder zwei Parenchymzellen voneinander getrennt. Ein grösserer Unterbruch von etwa sechs Zellen tritt aussen über den Xylemprimanen auf, ein kleinerer von etwa drei Zellen, innen am Parenchymband (Bild 12, pa). Das Kambium wird erst jetzt gebildet. Die Markzellen sind gross und rundlich.

Die beim Uebergang von der Wurzel in den Stengel stattfindende Umgruppierung des Gefäss- und des Siebteiles beschreiben teilweise *Gérard* (1882, p. 375/6) und *Chauveaud* (1911, p. 369 ff.) an noch jüngeren Stadien, allerdings ohne genauere Lokalisierung der Vorgänge und ohne die Veränderungen im übrigen Gewebe näher zu berücksichtigen. Unsere Beobachtungen stimmen mit den ihrigen überein.

Von der Fläche gesehen sind die Epidermiszellen geradwandig und wie die Spaltöffnungen axial gestreckt. Die Nebenzellen der Spaltöffnungen verteilen sich in der Mehrzahl so, dass je eine an die beiden Pole der Spalte und eine oder zwei seitlich zu liegen kommen.

Kalziumoxalat ist im innern Teil der primären Rinde, nach der Wurzel zu spärlicher, vorhanden und zwar in Form von kleinen Doppelpyramiden mit mehr oder weniger gestrecktem Prisma, einzeln oder durchwachsen, mit ansitzenden kleinen Sphärodrusen, neben ersten Ausscheidungen (Mikrostäbchen und zu Kreisen geordnete punktförmige Kristalle). *Kreusch* (1933, p. 417/8) fand in noch jüngeren Pflänzchen in der Gegend des Gefässverlaufs nur winzige Kriställchen, ohne bestimmte Form.

Der mit dem Uebergang in die bikollateralen Stengelbündel im Zusammenhang stehende Umlagerungsmodus ist also verhältnismässig einfach. Im primären Stadium wird die Verbindungslinie der Xylemplatte im obern Wurzelende immer länger, das Gefässbündel teilt sich, die Elemente streben tangential auseinander, zeigen die Tendenz, sich kreisförmig anzuordnen, wobei sie durch Parenchymzellen voneinander getrennt werden. Die Siebteile halbieren sich, weichen seitlich auseinander und bilden durch Abzweigung kleinerer Gruppen, wie wir an Mikrotomschnitten feststellten und darin mit *Gérard* (1882, p. 375/6) übereinstimmen, das intraxyläre Phloem. Dieses wird in kleinere Gruppen aufgelöst, die sich wie die äussern kreisförmig anordnen.

Da die Kambiumtätigkeit an den äussersten extraxylären Phloemabschnitten einsetzt, treffen wir zu Beginn des sekundären Stadiums vier deutlich hervortretende Xylemstränge.

Der sekundäre Zuwachs im Hypokotyl.

Zum Verständnis und als Ergänzung des anatomischen Bildes des ausgewachsenen Hypokotyls nennen wir kurz die wich-

tigsten beim sekundären Dickenwachstum sich abspielenden Vorgänge.

Das Kambium schliesst auf der Höhe der Xylemprimanen und bald nachher über den Parenchymstreifen (vgl. p. 30) zusammen. Im Perizykel treten über den äussersten Phloemgruppen die ersten sklerenchymatischen Elemente auf. Die sekundären Holzgruppen erhalten weiteren Zuwachs, wobei sie ihren Umriss keilförmig vergrössern. Nach einiger Zeit differenziert das Kambium ausserhalb der Xylemprimanen, und nachher über dem Parenchymstreifen neue, ebenfalls sich verbreiternde Gefässgruppen. Bald macht sich in den Gefässbündeln, besonders im basalen Teil des Hypokotyls, eine Auflockerung des Gewebes bemerkbar, indem zwischen radialen, geschlossenen Gefäss- und Sklerenchymreihen Streifen unverholzten Parenchyms auftreten. Am mittleren Schnitt ist dies weniger der Fall. Das vom Kambium zwischen den Gefässgruppen abgegliederte, geradwandige Parenchymgewebe aus oft rechteckigen, tangential gestreckten Zellen verdickt seine Membranen etwas; diese verholzen und zeigen Poren.

Einzelne Partien der Oberfläche sind von einem gelbbraunen Kork bedeckt. Er nimmt seinen Anfang, wie *Moeller* (1882 p. 177/9) für Datura angibt, in den Epidermiszellen durch tangentiale Teilungen. Phelloderm wird vom Korkkambium keines abgegliedert.

Ausgewachsenes Hypokotyl

Ein Querschnitt in mittlerer Höhe durch ein ausgewachsenes Hypokotyl von 2,2 cm Dicke zeigt folgendes Bild: Die Epidermis ist stellenweise noch erhalten, ihre Zellen sind tangential gestreckt, mit schwach verdickten Aussenwänden, die von einer körnigen Kutikula überzogen sind. Haargebilde fehlen an alten Stammteilen *(Hoch* 1886, p. 59). Zumeist finden wir an Stelle der Epidermis einen mehrzelligen Kork, aus tangential gestreckten, weitlumigen Zellen, mit unverholzter, bräunlicher Membran. Ihr tangentialer Durchmesser ist etwa drei mal so gross, wie ihr radialer (Bild 19, k).

Die primäre Rinde (Bild 22, r_1) weist aussen mehrere Lagen tangential gestreckter, nach innen grösser werdender, poröser Zellen auf, mit allseitiger, unregelmässiger, besonders an den Ecken ausgeprägter Verdickung. Die sekundären Radialwände sind kaum verdickt. Die äusserste, hypodermale Schicht schliesst ohne Interzellularen an die Epidermis an, während bei den folgenden Zellagen die Tangentialmembranen benachbarter Zellen sich lostrennen können. Die inneren Reihen enthalten grössere Zellen als die äusseren mit nur leicht verdickten Wänden. In der sekundären Rinde (Bild 19, r_2) konstatieren wir

ebenfalls zwei Zonen. Die äussere umfasst kleine, elliptische, zartwandige, leicht kollenchymatische Zellen mit kollabierten, teils verholzten Siebröhrengruppen und sklerenchymatischen Elementen, welch letztere gegenüber der Wurzel engeres Lumen und meist stärkere Verdickung aufweisen; doch erreicht diese Verdickung, wie bei vielen Solanaceen *(Dippel,* 1898, p. 414; *Fedde*, 1896, p. 14), nur ein bescheidenes Ausmass. Die Sklerenchymzellen sind annähernd auf einem Kreisbogen verteilt, und zwar einzeln, bis zu dreien oder in tangentialen Reihen. Die innere Zone ist durch Markstrahlen, Phloemparenchym und gut erhaltene Phloemgruppen charakterisiert.

Kalziumoxalat treffen wir als Sand und kleine Einzelkristalle in der primären Rinde nur zerstreut in einzelnen Zellen und in geringer Anhäufung, in der innern Rinde hingegen reichlicher und die Zellen vollständig anfüllend. An Schnitten in der Nähe der Wurzel lassen sich nur vereinzelt Zellen mit Kalkoxalat in Drusen nachweisen.

Der Gefässbündelzylinder ist aus gleichen Elementen aufgebaut, wie derjenige der Wurzel. Seine radiale Streifung erklärt sich aus den dicht folgenden, 1—6 Zellen breiten Markstrahlen, die geradlinig verlaufen. *Herbst* (1894, p. 359) beobachtete an Datura Metel ebensolche Dimensionen, während *Fedde* (1896, p. 24) nur bis vierreihige Markstrahlen kennt (Salpichroa rhomboidea). Der Durchmesser der Gefässlumina beträgt im Maximum 90 μ. Das Xylem ragt, wie aus der Entwicklungsgeschichte ersichtlich ist, mit einzelnen Vorsprüngen ins Mark hinein. Die grösseren und innersten bergen unverholzte und unverdickte Partien, nämlich Markstrahlen und Parenchym, die nicht mehr vorhanden sind, sobald das Kambium zur Ausbildung des geschlossenen Holzzylinders übergegangen ist. Die ersten Gefässe sind durch Parenchymzellen getrennt.

Das Markgewebe besteht aus grossen, abgerundeten, porösen, nicht verholzten Zellen, die zwischen den Holzkeilen gewöhnlich tangential gestreckt und leicht verholzt sind. In seinem Randabschnitt birgt es die intraxylären Phloemgruppen.

Nahe den Gefässen befindet sich in einzelnen Zellen Kalkoxalat in Sandform und als vereinzelte, kleine Einzelkristalle.

Stärke liess sich im Mark und der chlorophyllhaltigen Rinde nur vereinzelt nachweisen.

Im radialen Längsschnitt sind die Korkzellen rechteckig, axial gestreckt, die Membran zart und von gelbbrauner Farbe.

Die Elemente der primären Rinde weisen die oben beschriebenen Verdickungen auf. Sie sind annähernd rechteckig, im innern Abschnitt nur wenig längsgestreckt. Die Sklerenchym-

zellen des Perizykels werden über einen Millimeter lang, zeigen einen leicht geschwungenen Verlauf, enden spitz und besitzen verdickte, längsgeschichtete, poröse Membranen. An der Aussenseite sind sie meist gerade, zuweilen in die Interzellularen der Nachbarzellen eingesenkt. Sie scheinen bis jetzt, mit Ausnahme von *Timmermann* (1927, p. 22/3), die sie auch nur kurz erwähnt, nicht genügend beachtet worden zu sein. Die Verdickungen sind gleichmässig, die Poren schief, spaltähnlich. *Fedde* (1896, p. 14) redet bei den Solanaceen allgemein von spindelförmigen Bastfasern; *Moeller*, (1882, 177/9) beschreibt für Datura suaveolens Stabzellen.

Der Bau des Holzes entspricht dem der Wurzel.

Das Mark ist in einzelne horizontalstehende Lamellen aufgelöst. Die radial gestreckten Zellen sind seitlich nicht abgerundet, sondern spitzwinklig prosenchymatisch ineinander gefügt, sodass nur vereinzelte Interzellularen sichtbar sind.

Der tangentiale Längsschnitt zeigt ein von der Wurzel nicht sehr verschiedenes Bild. Die Markstrahlen erreichen eine Breite von bis sechs Zellen und sind in Ausnahmefällen bis vierzig Zellen und mehr hoch. Sie sind dann an einigen Stellen oft ausgeweitet.

Epikotyl

Zur Anatomie der verschiedenen Sprossabschnitte, die dem Hypokotyl sehr ähnlich gebaut sind, sei bemerkt:

An einem Querschnitt durch ein ausgewachsenes Stammstück in mittlerer Höhe zwischen den Kotyledonen und dem ersten Laubblatt sehen wir im Vergleich mit dem Hypokotyl noch keine nennenswerten Veränderungen. Vor der Gabelung der primären Hauptachse treten solche deutlicher zu Tage.

Die Epidermis ist erhalten (Bild 20, ep); sie zeigt rechteckige, tangential gestreckte Zellen, mit vereinzelten Haarbasen. Der verdickten Aussenwand, die höchstens wenig vorgewölbt ist, liegt eine körnige Kutikula auf. Die Innenwand ist, wie die angrenzende Hypodermis, kollenchymatisch. Ihre Zellen (h) sind in tangentialer Richtung länger als die der Epidermis und etwa doppelt so hoch.

Die primäre Rinde führt eine äussere Zone kleinzelligen stark kollenchymatischen Gewebes (ca. 5 Lagen). Sie wird abgelöst von grossen, elliptischen, an ihren Ecken nur wenig verdickten Zellen (ca. 3—5 Reihen; Bild 20. r_1). Zahlreiche in der Nähe des Kollenchyms liegende Zellen führen Kalziumoxalatsand. Prismatische Einzelkriställchen sind überall zerstreut, mehr oder weniger häufig. In der aus kleineren Zellen bestehenden Bündelscheide konnten wir zahlreiche Stärkekörner nachweisen. Am Rande der sekundären Rinde finden sich, wie im Hypokotyl,

Bastfasern (Bild 20, f) einzeln, in Grüppchen oder in Reihen, annähernd auf dem gleichen Kreisbogen liegend. Ihr Umriss ist elliptisch oder rundlich, die Wand mässig verdickt und verholzt. Das innerhalb sich befindende Gewebe stellt nur ein schmales Band dar, mit zahlreichen, selten kollabierten, unverholzten Phloemgruppen, die bis zu den Bastfasern reichen, und zartwandigen Markstrahlen, denen sich aussen eine oder zwei Lagen flach elliptischer Zellen anschliessen. Manche dieser Rindenmarkstrahlen schliessen Kalziumoxalatsand ein.

Der Holzteil ist wie im Hypokotyl in Gestalt eines Hohlzylinders vorhanden. Die 1—4 (—6) reihigen Markstrahlen führen annähernd isodiametrische Zellen. Der Innenfläche des Holzzylinders fehlen die gänzlich verholzten Vorsprünge (Bild 21). Die Holzbildung fand von Anfang an in gleichmässiger Weise statt. Einzig die ersten Gefässe stehen isoliert (x_1) von zartwandigen, teilweise auch verdickten, porösen und verholzten, polygonalen, parenchymatischen Zellen umgeben. Die intraxylären Phloemgruppen (ph_1) erreichen die Grösse einer oder zwei Parenchymzellen des Markes und sind von den innersten Gefässen durch eine oder zwei Zellen getrennt. Auf der Markseite sind ihnen Bastfasern (f) vorgelagert, die meist etwas englumiger sind als die der sekundären Rinde.

Das Mark ist im Zentrum zerrissen. Die Randpartien führen rundliche oder abgeflachte, leicht verdickte Zellen (Bild 21, m).

Kalziumoxalat befindet sich im Mark nur in der Nähe des Phloems und nach den Gefässen zu, in Form von Sand und kleinen Einzelkristallen. Da und dort lassen sich (auch in der primären Rinde) erste Ablagerungen von Sphärodrusen erkennen.

In den Verzweigungen drückt sich die Verwachsung von Blattstiel und Hauptachse makroskopisch im Umriss, mikroskopisch in der Verteilung der Elemente aus.

Für einen Spross höherer Ordnung sei folgendes erwähnt: Basal ist sein Umriss oval. Der äussere, etwas zusammengedrückte Teil birgt den weniger entwickelten Holzteil des Blattes, der innere, mehr abgeflachte, den breiteren des Fruchstiels d. h. der Sprossachse. Wo sich Blattstiel und Hauptachse in ihrem gemeinsamen Längsverlauf berühren, ist die Oberfläche des Stengels gefurcht. Bastfasern liegen am extra- und intraxylären Phloem ringsum.

Kurz vor dem Austreten des Blattstiels aus dem Hauptspross ist der Querschnitt des Hauptsprosses stumpf dreikantig geworden. In der Partie des Blattstielanteils finden sich Bastfasern nur noch seitlich. Der Uebergang der Bündel ist durch einen, auf der einen Seite stärker entwickelten und vorspringenden Sklerenchymstreifen gekennzeichnet, in dem keine oder nur wenige Gefässe

liegen. Desgleichen folgt den ersten Gefässen des Stammanteils beidseitig Sklerenchymgewebe.

Einzelhaare mit körniger Kutikula und Drüsenhaare, von gleichem Typus wie auf dem Laubblatte, sind an jüngeren Abschnitten recht zahlreich.

Anschliessend geben wir einen kurzen Ueberblick über die Anatomie der Verbindungsglieder der Achse mit dem Blatt und der Frucht, nämlich der Kotyledon-, Blatt- und Fruchtstiele.

Kotyledonstiel

Wir führten an einem erst wenige Tage alten Keimpflänzchen durch das obere Ende des Hypokotyls eine Reihe von Querschnitten aus, um die Differenzierung der Koteledonstiele zu untersuchen.

Zunächst buchtet sich die Epidermis an der einen Seite über dem Parenchymband des Gefässbündels ein. Diese Furche vertieft sich bis etwa zur Mitte der Rinde. Während sie breiter wird (Bild 23, 1) wiederholt sich an der gegenüber liegenden Seite der gleiche Vorgang. Der flachgedrückte Gefässbündelzylinder (g), der erst wenige Elemente ausgebildet hat, gibt sich bei der Doppelfärbung mit Hämatoxylin-Alaun und Safranin durch die dunklere Farbe seiner plasmareichen Zellen zu erkennen. Bei a (Bild 23) spaltet sich die Furche (2 und 3) und schneidet aus der Hauptachse ein kegelförmiges Stück aus (Bild 24, p_1). Durch eine aus der sich weiter fortsetzenden Furche 2 ausgehende Einsenkung 4 wird das erste Primordialblatt mit seinem Gefässbündel (p_1) differenziert. In Folge der Fortsetzung der Furche 2 wird zuerst der eine (c_1), und dann durch die Furche 3 der andere Kotyledostiel (c_2) und zuletzt das zweite Primordialblatt (p_2) selbständig gemacht.

Der ausgewachsene Kotyledostiel ist im Querschnitt (Bild 22) annähernd bohnenförmig. Er wird von einer Epidermis, aus mehr oder weniger isodiametrischen, an den Flügeln etwas kleineren Zellen umschlossen. Die Aussenwand ist vorgewölbt, verdickt, von einer welligen Kutikula überzogen. Radialwände gerade und unverdickt. Innenwand, wie die der subepidermalen Schicht etwas kollenchymatisch. In den beiden Flügeln ergreift dieses Festigungsgewebe auch noch tiefer liegende Schichten (ca. 3). Bis zum Fibrovasalstrang reiht sich grosszelliges Grundgewebe aus rundlich-polygonalen, unverdickten Zellen an.

Einzelne Epidermiszellen sind zu 2—5zelligen, bis 55 μ langen, an der Basis 25—35 μ breiten Gliederhaaren und ca. 60—90 μ messenden, aus meist einzelligem Stiel und vielzelligem Köpfchen bestehenden Drüsenhaaren ausgewachsen. Die Ku-

tikula beider Haargebilde ist glatt, basal, an der Haarbasis zu weilen gestreift. Die Schliesszellen der nicht zahlreichen Spaltöffnungen stehen auf gleicher Höhe mit der äusseren Umgrenzung und sind halb so hoch wie die Nebenzellen.

Der Stiel nimmt aus dem Hypokotyl einen Ast der erstgebildeten Gefässe auf. Im ausgewachsenen Stadium treffen wir basal zwei, durch ein breiteres Parenchymband in der Mitte getrennte Schenkel mit einigen radial angeordneten Gefässen, zwischen denen sich unverholztes Parenchym hinzieht. *Auenmüller* (1916, Fig. 39) zeichnet drei Gruppen Gefässe. Wir fanden diese Anordnung nie. In jungen Stadien kann man im mittleren Teil die primären Gefässe beobachten. Sie werden später scheinbar resorbiert. (Vgl. *Cheauveaud,* 1911, p. 369 ff.). Phloem ist beiderseits ausgebildet. Unterseits befindet sich zum Xylem hin eine kambiumartige Zone, oberseits liegt eine aus 1—2 Lagen bestehende Zone gewöhnlicher Parenchymzellen. Die Bündelscheide führt Stärke.

An einem Querschnitt unmittelbar unter der Blattspreite sind die Gefässbündel gleichmässig verteilt. Etwas weiter aussen in den Flügeln, verlaufen zwei kollaterale Seitennerven.

Von der Fläche gesehen sind die Epidermiszellen geradwandig, längsgestreckt, mit welliger Kutikula.

Kalziumoxalat liegt in mannigfachen Formen vor: in vereinzelten Zellen Drusen, in andern Einzelkristalle — auch beides kombiniert, oft mit Sand bedeckt, neben Zellen, die ausschliesslich Sand enthalten.

Blattstiel

Der Blattstiel des normalen, ausgewachsenen Laubblattes besitzt einen oblong halbkreisförmigen Querschnitt und wird nach der Blattbasis hin in zunehmendem Masse rillig. Die Gefässbündel sind in Form eines nach oben geöffneten Hufeisens angeordnet. Ihre Zusammensetzung (Xylem. Phloem und Stärkescheide) wie im Stiel des Kotyledos. Die Aussenwand der Epidermis ist vorgewölbt, verdickt, mit welliger Kutikula. Die nächste hypodermale Schicht weist leichte Eckverdickungen auf, die oberseits stärker ausgeprägt sind. Dann folgt ein typischer Kollenchymbelag, der 2—5 Zellen hoch rings herum läuft. Zu innerst umgibt Grundparenchym aus rundlichen Zellen den Fibrovasalstrang allseits. Wir treffen hier, wie beim Kotyledonstiel, die gleichen Gewebs- und Zellarten, die dem zugehörigen Sprossabschnitt eigen sind, mit Ausnahme der Bastfaser, deren Zurückbleiben aber auch schon vor der Abzweigung des Blattstiels erfolgt.

Die Schliesszellen liegen auf gleicher Höhe wie die Epidermis, sind halb so hoch wie die Nebenzellen, an der Unterseite des Blattstiels spärlicher als an dessen Seiten und als in der Nähe der Rille. Desgleichen stehen hier die Gliederhaare dichter, während auf der Unterseite die Drüsenhaare in der Mehrzahl sind.

Von der Fläche gesehen, erscheinen die Epidermiszellen langgestreckt, mit geraden Seitenwänden und gefurchter Kutikula. Die Spaltöffnungen sind gestreckt und haben nur wenig vorgewölbte Schliesszellen.

Kalziumoxalat wie im Kotyledonstiel.

Fruchtstiel

Der ausgewachsene Fruchtstiel besitzt im Querschnitt tangential gestreckte Epidermiszellen mit verdickter, vorgewölbter Aussenwand, einige sind zu 2—5zelligen Gliederhaaren und Drüsenhaaren (von gleichem Typus wie auf dem Laubblatt) ausgewachsen. Die Rindenstruktur ist dieselbe wie im Spross, nur hat in der Kollenchymschicht die Verdickung auch die Seitenwände etwas erfasst. Bastfasern und Stärkescheide sind vorhanden.

Dem geschlossenen Holzmantel, der viele Sklerenchymelemente, aber weniger Gefässe enthält, sind intraxyläre Phloemgruppen vorgelagert, die an der Innenseite von Bastfasern begleitet sind. Die primären Gefässe werden durch Parenchym getrennt.

Das zentrale Mark ist in Form grosser, rundlicher Zellen mit vereinzelten Stärkekörnern oft noch gut erhalten.

Kalziumoxalat wie im Spross.

BLATT

Keimblatt

Wir beschreiben ein ausgewachsenes Keimblatt von etwa 4 cm Länge und 8 mm Breite.

Flächenbild:

Die Epidermiszellen der Oberseite erscheinen meist isodiametrisch oder etwas gestreckt, und zwar an der Spitze des Blattes vorwiegend quer zum Hauptnerv. Die Seitenwände sind mehr oder weniger wellig, an der Blattspitze oft geradwandig. Auf der Blattunterseite sind die Epidermiszellen grösser. Besonders basal weisen sie eine starke Streckung parallel zum Hauptnerv auf. Wir treffen hier wellige bis buchtige Seitenwände. Nach der Blattmitte zu verstärkt sich die Membranfaltung bis zu tiefbuch-

tigen, stern- und zapfenförmig ineinandergreifenden Formen, die nach der Blattspitze zu in schwach gewellte Zellen übergehen. Ueber dem Hauptnerv besteht die bekannte Anordnung in Längsreihen. Der Blattrand ist ebenfalls von längsgestreckten Zellen mit mehr oder weniger gerader Seitenwand umsäumt. Die Kutikula kann längsgestreift sein.

Die beiderseits zahlreichen und nicht in bestimmter Richtung ausgebildeten Spaltöffnungen sind im Umriss elliptisch oder rundlich. Je nach dem Grad der Streckung misst ihre längere Achse 25—35 μ (bis 50 μ). Die Spalte gleicht sich in ihrer Form dem äusseren Umriss an. Unregelmässigkeiten, wie sie *Fischer* (1929, p. 331) für das Perikarp beschreibt, fanden wir zum Teil auch auf dem Keimblatt. Am Blattrand sind die beiden Schliesszellen oft ungleich gross, bei welliger bis zackiger Kontur der Spalte. An der Blattspitze unterbleibt häufig die Bildung der zweiten Schliesszelle, ohne dass aber dadurch die vorhandene in ihrer Ausbildung beeinträchtigt wird. Hin und wieder lassen sich Doppelspalten mit einer gemeinsamen Wand erkennen. Die Zahl der Nebenzellen der Spaltöffnungen wechselt zwischen drei und sechs (bis acht). Sie greifen unter die Schliesszellen.

Das Palisadengewebe weist grosse Lücken auf (siehe Querschnitt). Wo diese nicht vorhanden, stehen die Palisadenzellen dicht zusammen und zeigen nur sehr kleine Interzellularen.

Das Schwammgewebe ist locker. Einzig die Zuleitungszellen schliessen nur mit kleinen Zwischenräumen aneinander. Sie sind annähernd isodiametrisch mit etwas abgerundeten Ecken. Die nach unten anschliessenden gestreckten Zellen sind mit Membranausstülpungen versehen.

Die Nervatur ist fiederartig. Vom medianen Hauptnerv gehen basal zwei primäre Seitennerven ab, die bis nahe an den Blattrand ausbiegen und dann wieder in den nächsten Seitennerven zurücklaufen. Die ausserhalb sich befindenden Partien werden von einem bogig sich hinziehenden Randnerven mit dem übrigen Leitungsgewebe in Verbindung gebracht. Die Nerven höheren Grades bilden ein feinmaschiges Netz, dessen letzte Auszweigungen blind enden. In der Spitze gabelt sich der Hauptnerv. Die Aeste vereinen sich zum Teil mit den Seitennerven. Die Gefässe zeigen Ring- und Spiralverdickungen.

Kalziumoxalat ist hauptsächlich im Zuleitungsgewebe unter den Palisadenzellen lokalisiert. Im Schwammparenchym findet es sich seltener. Nach *Auenmüller* (1916, p. 27) erstreckt sich sein Vorkommen auch auf die Palisadenzellen. Wir begegneten ihm dort nie. Die grosskristallinischen Ablagerungen meiden die Gefässbündelscheiden. Ab und zu trifft man Anfänge einer Kristallbildung. Auch an abgefallenen Keimblättern, die wir auf die

Angabe *Kreusch's* (1933, p. 418) hin untersuchten, es sei von einem Einhalten des bei den Laubblättern bestehenden Gefässabstandes der Kalziumoxalatkristalle nichts zu sehen, beobachteten wir diese Verteilung des Oxalats. Das Kalziumoxalat zeigt in den verschiedenen Teilen des Blattes verschiedene Formen. In seiner Basis liegen gut ausgebildete, 25—35 μ im Durchmesser aufweisende Morgensterndrusen, die im Zentrum den dichten Bildungskern noch erkennen lassen. In der Nähe des Hauptnerven neigen sie zum Zerfall in Mikrokristalle. Der Grossteil führt aber z. T. durchwachsene Flächen von Einzelkristallen. Ausserhalb des Randnerven ab und zu gleiche Gebilde (Bild 25, r). In der Blattmitte treten die Einzelkristalle stark in den Vordergrund. Immer noch haftet ihnen eine Druse oder ein Sphärit an. Grösse 20—30 μ. In der Spitze fehlen die Morgensterndrusen. Fast aus jedem Sphärit ist ein Einzelkristall herausgewachsen, mit mehr oder weniger gestreckter, prismatischer Achse, beidseitig in eine Pyramide auslaufend. Im Parenchym des Hauptnerven sind Sphärite mit Prismen, neben etwas Sand ausgebildet.

Querschnitt:

Die Epidermiszellen bieten, ausgenommen am Blattrand und Hauptnerv, ein unregelmässiges Bild (Bild 26). Wir sehen fast kugelige und flache, langgestreckte Umrisse. Oft erscheinen sie gegen die Palisadenzellen etwas vorgewölbt. Die Aussenwand ist namentlich unterseits am Hauptnerv und am Blattrand etwas verdickt, von einer zarten, meist glatten Kutikula überzogen. Die Höhe beträgt 20—50 μ.

Das Palisadengewebe besteht aus einer Lage von Zellen mit einem Streckungsverhältnis von durchschnittlich 4 : 1 bis 6 : 1. (Verhältnis von Länge zu Breite, *Meyer*, 1923, p. 4). Sie beanspruchen etwa $^1/_3$ bis nahezu $^1/_5$ der Dicke des Mesophylls. Die Enden sind halbkugelig oder flach, oft auch leicht konkav. Mit Ausnahme der an Atemhöhlen grenzenden Palisadenzellen, sind diese alle ungefähr gleich lang. Die Regelmässigkeit ihrer Anordnung wird durch verschiedene Faktoren gestört. Einmal können sie in ihrer obern oder untern Hälfte divergieren. Oder es treten kleinere Ein- und Ausbuchtungen an der Seitenwand auf. Unter den Spaltöffnungen erscheinen sie verkürzt oder zur Seite gedrängt, oft auch beides zusammen. Ueber dem Hauptnerv wird das Nervenparenchym durch die nach der Spitze des Blattes zu immer mehr zusammenschliessenden Palisadenzellen zurückgedrängt. Seine oberste Lage streckt sich etwas parallel zu den Palisadenzellen und nimmt ihren Charakter an.

Die Zuleitungszellen sind oft isodiametrisch. Ihr Streckungsverhältnis steigt bis auf etwa 3 : 1. Meist stehen sie mit einer,

seltener mit zwei oder drei Palisadenzellen in Verbindung. Das Schwammparenchym zeigt auch im Querschnitt grosse Interzellularen zwischen den abgerundeten, in ihrer Gestalt variablen Zellen. Der Atemraum über den Spaltöffnungen ist eine halbkreisförmige Lücke.

Die Schliesszellen der Spaltöffnungen (Bild 26, s) erreichen etwa die halbe Höhe der Nebenzellen. Gewöhnlich liegen sie in einer knieförmigen Einbuchtung der letzteren, höchstens wenig über die Epidermis vorstehend. Die Leistenverdickungen erstrecken sich von der unverdickten Mitte der Bauchwand bis zur ebenfalls unverdickten Rückenwand. Hörnchen sind auf der Aussenseite gut, auf der Innenseite schwach ausgebildet. Die Kutikula lässt sich bis zur unverdickten Stelle der Bauchwand verfolgen.

Der Hauptnerv (Bild 26, HN) ist beiderseits von rundlichen Parenchymzellen flankiert, die bis zur Epidermis reichen. Ihre Umbildungen oberseits nach der Blattspitze zu haben wir bereits erwähnt. An der unteren Epidermis sind die Parenchymzellen leicht kollenchymatisch verdickt. Die Seitennerven sind alle zwischen Palisaden- und Schwammparenchym eingebettet. Den primären Seitennerven ist, im Gegensatz zu denen höherer Ordnung, eine kleine intraxyläre Phloemgruppe beigeordnet. Sie sind alle von einer Parenchymscheide umschlossen.

Haarbildungen:

1. Drüsenhaare mit 1—2zelligem, nach der Spreite gebogenem Stiel und mehrzelligem, quer- und längsgeteiltem, rundem oder birnförmigem Köpfchen (Grösse 70—90 μ).

Die Drüsenhaare sind besonders zahlreich am Hauptnerv und oberen Blattrand, spärlich und meist abgebrochen auf der Spreite.

2. Zarte Gliederhaare. Ihr Vorkommen bleibt auf den basalen Teil des Blattes, in unmittelbarer Nähe des Kotyledonstieles beschränkt. (Bau und Grösse wie am Hypokotyl).

Entwicklungsgeschichtliches.

In jüngsten Stadien sind die Epidermiszellen geradwandig begrenzt, unterseits stark, oberseits nur wenig in der Blattlängsrichtung, oft quer gestreckt. Die ersten Anfänge einer Membranfaltung beobachteten wir unterseits in der Blattmitte.

Die Palisadenzellen gehen aus, von der Fläche gesehen, annähernd quadratischen, an den Ecken abgerundeten Mutterzellen durch im rechten Winkel zueinander liegende antikline Wände hervor (Bild 27, p). Anfangs sind sie prismatisch und runden sich während des späteren Wachstums ab.

Das Zuleitungs- (z) und Schwammparenchymgewebe (s) vergrössert sich ebenfalls durch antikline Teilungen, die nach unten zu spärlicher werden. Die Schwammparenchymzellen bilden zuerst kleine, konvex umrandete Interzellularen und setzen dann zu den Membranausstülpungen an.

Hauptnerv und Seitennerven sind im embryonalen Stadium als Prokambiumstränge vorhanden. Die Nerven höherer Ordnung differenzieren sich aus einer senkrecht zur Blattoberfläche gestreckten Zuleitungszelle durch zunächst zwei perikline Wände. (Bild 27, a). Die oberste Zelle wird zum Parenchymbelag gegen das Palisadengewebe. Aus der mittleren entsteht ein Gefäss. Die untere gliedert durch weitere Teilungen nach oben ev. neues Xylem, nach unten Phloem ab. Durch einfache Tangentialteilung der seitlichen Zellen wird der Parenchymring geschlossen.

Die Bildung der Spaltöffnungen vollzieht sich nach *Solereder* (1899, p. 651) analog dem Kruziferentypus. Demnach wird die Mutterzelle der Schliesszellen durch drei aufeinander folgende Teilungswände in der Weise abgegrenzt, dass die ausgewachsene Spalte von drei, in der Reihenfolge der Entstehung kleiner werdenden Nebenzellen umschlossen ist. Dies trifft auch in vielen Fällen für das Keim- (Laub-, Blüten- und Fruchtblatt) zu. Ebenso häufig sind aber auch vier, fünf und mehr Nebenzellen, die oft untereinander gleichwertig sind. Bei langen, schmalen Epidermiszellen (z. B. Hypokotyl, Kotyledonstiel) beobachteten wir eine dem Monokotylentypus ähnliche Gruppierung der Nebenzellen, je eine am Pol, je eine seitlich. Tatsächlich erwähnt auch *Strasburger* (1866/7, p. 323), dass bei Solanaceen (und Primulaceen) Uebergänge zu den Monokotyledonen gefunden werden. Die Kruziferen scheinen ebenfalls nicht streng an den nach ihnen benannten Typus gebunden zu sein, denn *Benecke* schreibt (1892): „Eine rundliche Inselbildung ist da zu finden, wo das Blatt einen ebensolchen Umriss besitzt; im selben Masse, als das Blatt länglich wird, strecken sich auch die Inseln der Spaltöffnungen, bis schliesslich im Falle eines typisch linealen Blattes die Nebenzellen vollständig wegfallen können und die Spaltöffnungen alle ihren Spalt parallel zur Längsrichtung des Blattes orientieren." Bei Datura Stramonium wird der Spaltöffnungstypus allerdings nicht durch die Blattform bestimmt, wie der auch am linealen Keimblatt zu findende Kruziferentypus zeigt, sondern wie aus dem oben Gesagten zu schliessen ist, durch die Form der Epidermiszellen, indem bei breiten, nur wenig gestreckten Epidermiszellen der Kruziferentypus, bei langen, schmalen der Monokotylentypus vorherrscht.

Glieder- und Drüsenhaare bilden sich aus einer Epidermiszelle durch Ausstülpung der Membran und durch basifugal in

bestimmten Abständen eintretende Querteilungen (Tafel 2, Fig. 2 a-d). *Uhlworm* (1873, p. 801 ff.) beobachtete ihre Entwicklung an der Basis der Fruchtstacheln. Sie bleibt sich für alle Teile der Pflanze gleich. Bei den Drüsenhaaren schwillt die Endzelle nach Bildung der 1 (—2) Stielzellen namentlich in ihrem obern Teil an und teilt sich quer. Anschliessend treten zuerst im obern Sektor, später im untern, Längswände auf. Das Köpfchen wird gewöhnlich oben 8-, unten 4-zellig. (Tafel 2, Fig. 3 a—c, c_2 Köpfchen von oben gesehen). Die Zahl der Zellen ist aber nicht festgelegt. Sie schwankt nach *Uhlworm* zwischen 8 und 16. Durch weitere Querteilungen können mehretagige Köpfchen entstehen, wie sie an den Blumenblättern des Stechapfels vorkommen. Die Basalzelle der Haargebilde hält mit den übrigen Epidermiszellen im Flächenwachstum nicht Schritt: sie ist annähernd isodiametrisch, weniger wellig, oft von einer, bei den Gliederhaaren auch zwei, ähnlich gestalteten Zellen begleitet. Die umgebenden Epidermiszellen sind strahlig angeordnet. In gestreckten Epidermiszellen sind die Drüsenhaare nicht in deren Mitte, sondern in der Nähe eines ihrer Enden inseriert (Tafel 2, Fig. 1). Die Stielzelle ist gebogen.

Kalziumoxalat: Die ersten Ausscheidungen fanden wir in der Nähe des Hauptnerven als punktförmige Ablagerungen, die sich zu kleinen Sphäriten verdichten (wie *Kreusch*, 1933, p. 414). Etwa 8 Tage altes Keimblatt: Basal sitzt an jedem Sphäriten ein Einzelkristall (meist gestauchte Achse, mit Doppelpyramide). Einzelne lassen den Beginn der Verdrusung zu morgensternartigen Formen erkennen. Blattmitte: An jedem Sphäriten ein Einzelkristall, keine Verdrusung. Blattspitze: Erst Beginn der Ausscheidung, zahlreiche Sphärite, einige Prismen. Im ausgewachsenen Blatt, die unter „Keimblatt. Flächenbild" (p. 39/40) beschriebenen Formen. Vergilbtes Keimblatt: Basal fast alles Drusen. Manchmal haften Teile von Einzelkristallen an. Teilweise beobachteten wir Zerfall in kleinere Partikel. Blattmitte: Mehrzahl Morgensterndrusen. Einzelkristalle mit drusenartigem Anhang. Blattspitze: Alles Einzelkristalle mit Sphärit, zum grössten Teil durchwachsen. Einzelne in Zerfall begriffen.

Zur Kalziumoxalatabscheidung in den Keimblättern bemerkt *Kreusch* (1933, p. 418): „Die für Datura charakteristische Drusen finden sich in den Keimblättern noch nicht. Selbst in älterem Zustand führen diese vorwiegend nur durchwachsene Einzelkristalle von beträchlicher Grösse", und (p. 414) „. . . bei jüngeren Pflanzen wächst zuerst ein Einzelkristall (sc. am Sphäriten) zu seiner vollen Grösse heran, dann erst beginnt die Verdrusung mit ihrer einfachsten Form, einem Durchwachsungszwilling". Dazu entgegnet Lubenau (1935, p. 493), dass bei

Keimblättern von Datura Stramonium manchmal der Sphärit noch zu einer echten Druse weiterwachsen kann und erst in gelben Keimblättern an diese beiden Gebilde noch Trihydratprismen und -drusen ankristallisieren (betr. Nomenklatur s. *Frey,* 1929 und *Frey-Wyssling,* 1935, p. 147 ff.).

In unseren Befunden stimmen wir eher mit Kreusch überein, mit dem Unterschied, dass wir regelmässig morgensternartige Verdrusung der zuerst gebildeten Einzelkristalle feststellten, die Kreusch nur bei einer Sandkultur fand (l. c., p. 415). Dies wäre eine Umwandlung des in der Pflanze metastabilen Kalziumoxalat-Trihydrats *(Frey-Wyssling,* 1935, p. 174 und 182) in das immer stabile Monohydrat.

Laubblatt

Die Blätter sind als Folia Stramonii offizinell. Wenn sie auch in pharmakognostischen Lehrbüchern in ihrem anatomischen Bau hinlänglich beschrieben sind, halten wir es doch für richtig, um ein abgerundetes Bild zu bringen, die wichtigsten Daten hier nochmals anzuführen.

Das Blatt (vgl. Bild 3a, die Entwicklung des Laubblattes zeigend und Bild 6) ist im Umriss eiförmig, am Ende zugespitzt, am Rande buchtig gezähnt, die Buchten ihrerseits mit kleineren Zähnen versehen. Am Grunde ist es meist ungleich und geht keilförmig oder fast gerade in den bis 9 cm langen Blattstiel über. Die Blätter werden bis 25 (—30) cm lang und (über die untersten Blattzähne gemessen) bis 20 cm breit. Die primären Seitennerven gehen in einem Winkel von 35°—45° vom Hauptnerven ab und teilen sich im äussern Drittel der Blattspreite. Der eine Ast geht in den Blattzahn, der andere anastomosiert mit einem zum nächsten primären Seitennerven gehörenden sekundären Seitennerven. Oberseits ist das Blatt von dunkelgrüner, unterseits von graugrüner Farbe. Der Hauptnerv und die stärkeren Seitennerven treten unterseits hervor.

Flächenbild:

Die Seitenwände der Epidermis beiderseits oberhalb der Nerven und am Blattrand gestreckt und geradwandig, in den übrigen Partien polyedrisch, oberseits geradwandig bis gewellt, unterseits wellig bis tief buchtig. Die Kutikula ist über den Nerven körnig, meist auch am Blattrand, sonst glatt. Die beiderseits vorkommenden, unterseits zahlreicheren Stomata besitzen elliptischen oder rundlichen Umriss. Zuweilen ist eine Schliesszelle kollabiert oder unterdrückt. Jede derselben ist von 3—6 (—8) Nachbarzellen umsäumt. Von *Flück* (1931, p. 217/18 u. 231)

ausgeführte Messungen ergaben Längen von 21—46 μ und Breiten von 17—28 μ. Im Mai waren die Werte etwas höher als im Juli und Oktober, in kontinentalem Klima kleiner als in ozeanischem.

Die Palisadenzellen sind fast kreisrund. Unter den Spaltöffnungen bilden sie grössere Interzellularräume, während sie sonst ziemlich dichtgefügt erscheinen.

Die Zuleitungszellen sind isodiametrisch, abgerundet. Die Schwammparenchymzellen lassen sich an den zahlreichen, unregelmässig geordneten Membranausstülpungen, die rundliche Interzellularen umgeben, erkennen.

Die kleinen Nerven führen 10—20 μ weite Ring- und Spiralgefässe. Im Hauptnerven messen sie bis 50 μ. Vereinzelt sind sie hier von quergestellten Poren durchsetzt. Die Zellen des Nervenparenchyms sind rechteckig, gestreckt.

Wie das Keimblatt, so weist auch das Laubblatt in jeder Zuleitungszelle, weniger im übrigen Schwammparenchym, Kalziumoxalat auf in Form von 20—40 μ (bis 55 μ) grossen Drusen. *Koch* (1906, p. 153) traf vereinzelte Einzelkristalle, häufiger ihre Uebergangsformen zu Drusen. *Zörnig* erwähnt ebenfalls das Vorkommen von Einzelkristallen (1909, p. 172). *Schlotterbeck und van Zwaluwenburg* schreiben (1897, p. 202): „Also the crystals which occur in the leaves of Datura Stramonium are often cubical, instead of stellate, as is generally stated." Nach *Lubenau* (1935, p. 493) sollen erst in gelblichen und absterbenden Blättern und Blatteilen an die Monohydratdrusen Trihydratdrusen und -prismen ankristallisieren.

Im Rindengewebe der Blattnerven finden sich vorzugsweise prismatische Einzelkristalle neben Zellen mit Sand.

Querschnitt:

Die Epidermiszellen sind isodiametrisch bis tangential gestreckt, ca. 20 μ hoch. Aussenwand vorgewölbt, wenig verdickt, mit dünner Kutikula. Ueber den Nerven sind die Verdickungen allgemein etwas stärker, die Kutikula körnig. Spaltöffnungen wie am Keimblatt.

Das Palisadengewebe ist einreihig. Die schmalen Zellen erreichen die halbe Tiefe des Mesophylls und mehr. Seitenwände gerade oder gewellt. Das Streckungsverhältnis bewegt sich zwischen 5 : 1 bis 8 : 1.

Zuleitungszellen teils quadratisch, mit abgerundeten Ecken, teils parallel mit den Palisaden gedehnt. Streckungsverhältnis bis etwa 3 : 1. Das Schwammparenchym setzt sich aus etwa 4 Lagen rundlicher, elliptischer und unregelmässig verzweigter Zellen zusammen. An den unteren Spaltöffnungen liegen kleine Atemräume.

Die stärkeren Nerven haben bikollateralen, die schwächeren nur noch kollateralen Bau. Der Hauptnerv ist beiderseits von Parenchymgewebe aus rundlichen Zellen begrenzt, das unter der Epidermis durch einige Reihen kollenchymatischer Zellen verstärkt wird.

Haargebilde:

Drüsen- und Gliederhaare sind beiderseits vorhanden, sowohl auf den Nerven, als am Blattrand und, in nicht so grosser Zahl, auf der Spreite.

1. Gliederhaare: Einreihig, unverzweigt, bis 4 (—5) Zellen hoch. Die Membran bleibt ziemlich dünn, zuweilen hat die Basalzelle etwas dickere Wände. Sie wird von einer grobkörnigen Kutikula bedeckt. Einzelne Zellen können kollabieren. Gewöhnlich sind die Haare in ihrem Gesamtverlauf leicht gebogen. Die Endzelle ist schmal, abgerundet oder spitz zulaufend, manchmal abgebogen. Die mittlere Länge beträgt 300 μ, kann aber bis auf 550 μ anwachsen. Die Basalzelle ist nach unseren Untersuchungen bis 75 μ breit, nach *Timmermann* (1927) bis 95 μ.

2. Drüsenhaare: Der einreihige, ein-, seltener zweizellige, stark nach der Blattfläche zu gekrümmte Stiel trägt ein rundliches oder birnförmiges Köpfchen, das einen durch die bereits geschilderte (p. 43) Horizontal- und Vertikalteilung gebildeten, vielzelligen Körper bildet. Es ist von einem gelblichen bis bräunlichen Inhalt erfüllt. Eine glatte Kutikula ist vorhanden und fehlt nicht, wie *Moll und Janssonius* behaupten (1923, p. 191): cuticular blatter wanting). Stiel 30—35 μ, Köpfchen 40—50 μ lang.

Die im *Kommentar zum deutschen Arzneibuch*, 6. Ausgabe (1928, p. 678) angeführten, in der Literatur für Folium Stramonii nirgends erwähnten, mehrzelligen Haare mit körniger Kutikula und einzelligem Drüsenköpfchen konnten wir nicht auffinden.

BLUETE.

Der Kelch der jungen, sich entwickelnden Blüte ist geschlossen. Er endet in ein gedrehtes, seitwärts geneigtes Spitzchen. (Bild 4, b 2). Dann treten nur wenig hinter dem Ende, zwischen den Hauptnerven, fünf längsverlaufende, einige Millimeter lange Schlitze auf, die sich bald nach oben öffnen, sodass der Kelch fünfzipflig wird. Die Kronröhre ist in der Knospenlage gefaltet, von grünlicher Farbe, der mit den Filamenten verwachsene Teil heller. Die ausgewachsene, verwachsenblättrige Krone hat trichterförmige Gestalt, endet in fünf kurz abgesetzte, dreieckige, nicht vollkommen geöffnete Zipfel und ist

weiss. An den Antheren ist auffallend, dass sie sehr bald ihre normale Grösse erreichen. Erst später werden sie durch Streckenwachstum der Filamente emporgehoben. Diese setzen an der Basis der Antheren an, sind hier im Querschnitt rund, verbreitern sich weiter unten und erscheinen an dem mit der Kronröhre verwachsenen Abschnitt am innern Rande gelappt, wodurch sie einen mehr oder weniger geschlossenen Gang zu den Nektarien bilden. Die Kronröhre ist an dem mit den Staubfäden verwachsenen Teil rillenartig gefurcht. Vom eiförmigen Fruchtknoten erheben sich kurze, weiche Stacheln (Bild 4, b8:f). Die Narbe lässt schon früh die sattelähnliche Gestalt erkennen.

Solange der Kelch geschlossen ist, enthält der Blütenraum Wasser in Tropfenform. Die Blüte entfaltet sich gegen Abend und dauert einen Tag.

Kelch

Flächenbild:

Die Epidermiszellen der Aussenseite sind im unteren Teil des Kelches teilweise längsgestreckt und besitzen bogige, dann gewellte, nach oben zunehmend buchtige Seitenwände. In der innerer Epidermis sind sie stark buchtig bis buchtig gelappt. Spaltöffnungen finden sich beiderseits, an der Aussenseite häufiger. Sie sind elliptisch, und, besonders im oberen Teil, rundlich.

Am Hauptnerv sind die Epidermiszellen ausserseits gestreckt, geradwandig bis bogig. Die im übrigen glatte Kutikula wird hier zart längsfaltig, zuweilen leicht gekörnt.

Das Mesophyll führt grosse, rundliche Interzellularen. An den grossen Nerven ist es weniger lückig.

Der Kelch ist von fünf bis in die Zipfel verlaufenden Hauptnerven durchzogen, zwischen denen einige kleinere Nerven ebenfalls vertikal verlaufen. Sie verlieren sich meist im oberen Drittel. Durch Verzweigungen wird über die ganze Spreite ein enges Gefässnetz gelegt. Die Wandverdickungen sind ring- und spiralförmig.

Fast jede der inneren, nahe der Mitte des Kelchquerschnitts liegenden Zellen des Mesophylls schliesst an der Basis des Kelchblattes Kalziumoxalat ein. Es sind bis 15 μ grosse Drusen, ab und zu Einzelkristalle. In halber Höhe neben diesen, schon seltener vorkommenden Formen, mikrokristallinische Ausscheidungen, z. T. durchwachsene Stäbchen und Sphärite, die sich am Rande auszuzacken beginnen. In den Kelchzipfeln nur wenig Oxalat, hauptsächlich in der Nähe der Gefässe. Die grösseren Längsnerven sind von zahlreichen Sphäriten, mit oder ohne angewachsenen Einzelkristallen, von durchwachsenen Einzelkristallen, sel-

tener auch von Drusen begleitet. In der Basis vor dem Fruchtboden Sand, als solcher oder Reste von Drusen und Einzelkristallen einschliessend.

Querschnitt:

Am Querschnitt in mittlerer Höhe sehen wir (Bild 28) die über dem Mesophyll verschieden gestreckten, über den Hauptnerven fast quadratischen Epidermiszellen mit ansehnlich verdickter Aussenwand und dünner Kutikula.

Die Mesophyllzellen lassen grosse Zwischenräume frei und ziehen sich oft nur bandartig von einer Epidermis zur andern. Aussen am Hauptnerven ist das Gewebe erhöht. Er ist, wie alle wichtigeren Nerven, bikollateral gebaut. Reihen von Gefässen (ca. 15—20 μ Weite erreichend) wechseln mit solchen aus unverholzten Parenchymzellen ab. Jeden Strang umgeben einige Lagen Nervenparenchym.

Haargebilde:

Die Epidermiszellen wachsen nur an der Kelchaussenseite zu Haaren aus.

1. Drüsenhaare, in Form und Grösse denen des Laubblattes ähnlich. Zuweilen dreietagig oder mit nach unten verschmälertem Köpfchen, ohne eigentlichen Stiel.

2. Gliederhaare:

a) die bekannten Gliederhaare mit körniger Kutikula, viele 4—5 zellig, ca. 100—650 μ lang.

b) Neben diesen befinden sich am Rande der Kelchzipfel Haare besonderer Form (Tafel 3, Fig. 1, a-c). Diese bestehen aus einer oder mehreren unten erweiterten Zellen, von denen jede an ihrer abgerundeten Basis etwa doppelt so breit ist, wie am oberen Ende. An diese Reihe schliessen sich nach oben einige gestreckte Zellen an, von gleichem Bau, wie wir ihn bei den anderen Stramoniumhaaren angetroffen haben. Zuweilen endet eine Reihe mit einem rundlichen, verschieden grossen und geteilten Köpfchen, das einen gelblich braunen Inhalt führt. Weniger häufig sind Haare, bei denen eine Zelle sich noch seitlich auszweigt. Die unter b genannten Trichome können bis 20 Zellen aufweisen.

Abgeänderte Haarformen an Blütenorganen (Verzweigungen) sind z. B. auch für Solanum nigrum *(Vesque*, 1885, p. 300) und Cucurbita Pepo *(Uhlworm*, 1873, p. 788/9) bekannt. Bezüglich der Drüsenhaare sei ebenfalls eine Bemerkung von *Vesque* (l. c., p. 299) angeführt: „On sait d'ailleurs, que les poils glanduleux ont une tendance générale à s'hypertrophier sur le calice, et de plus ces énormes poils glanduleux y sont mêlés à la forme normale."

Flächenbild:

Epidermiszellen aussen im unteren Abschnitt stark längsgestreckt, geradwandig. In der Mitte der Krone werden sie kürzer und greifen mit welligen Seitenwänden ineinander. Die inneren Epidermiszellen sind klein, durchgehend polygonal und geradwandig, am Grunde zwischen den Filamenten gestreckt, sonst mehr oder weniger isodiametrisch. Spaltöffnungen liegen in der Epidermis der Innen- wie der Aussenseite, scheinen in den Kronzipfeln zu fehlen. Sie haben runden oder etwas länglichen Umriss. An denjenigen der Innenseite der Krone ist die Zentralspalte oft undeutlich. Die Kutikula ist aussen über den Hauptnerven längsstreifig, sonst beidseitig glatt.

Die fast durchgehend in der Blattlängsrichtung gestreckten Mesophyllzellen weisen nur kurze seitliche Ausbuchtungen auf; infolgedessen erreichen die Interzellularen nicht dieselbe Grösse wie im Kelch.

Den Gefässwänden sind ring- und spiralförmige Verdickungsleisten angelagert.

Kalziumoxalat von ähnlicher Form und Verteilung wie im Kelch. Der Sand in den basalen Partien fehlt.

Querschnitt:

Auf einem Schnitt wenig unterhalb der Insertion der Filamente können wir eine eigenartige Gestaltung der ihnen zugehörenden Vasalstränge konstatieren (Bild 29). Um ein kleines Mark liegen im Kreise die englumigen Gefässe (x). Sie sind durch ein aus kleinen Parenchymzellen gebildetes Gewebe von den weit entfernt liegenden Phloemgruppen (ph) getrennt. Zu beiden Seiten besteht das lockere Mesophyllgewebe aus buchtigen Zellen (v). Anschliessend wird es an dem eigentlichen Kronabschnitt sehr schmal. In der Mitte dieses Teiles verläuft der bikollaterale Hauptnerv des Kronblattes, beidseitig von einem ebensolchen kleineren Bündel begleitet.

An einem Schnitt oberhalb der Mitte der Krone lässt sich erkennen, dass der Hauptnerv durchgehend und beidseitig von rundlichen Parenchymzellen begrenzt ist, die nach aussen eine vorgewölbte Rippe bilden. Die Epidermiszellen sind hier isodiametrisch, mit stärker verdickter konvexer Aussen- und etwas kollenchymatischer Innenwand. Im übrigen sind sie aussen mehr oder weniger rechteckig, ca. 20 μ hoch, an der Innenseite schmal, stark antiklin gestreckt, höher, mit kaum verdickter, vorgewölbter Aussenwand.

Haargebilde:

Die Aussenseite der Krone ist von Drüsenhaaren bedeckt,

die zuweilen ein mehretagiges oder auch allmählich nach der Basis verschmälertes Köpfchen aufweisen.

An der Innenseite treffen wir sie nicht, aber zahlreiche Gliederhaare. Sie überziehen den Krongrund, soweit er mit den Filamenten verbunden ist. Zwischen den Filamenten sind sie meist nur 1—2 zellig (Tafel 3, Fig. 2 a). Hingegen erreichen sie an den Filamenten eine ansehnliche Grösse, etwa 100—350 μ, sind aber seltener mehr als 4 (—7) zellig. Die Endzelle ist im Vergleich zu den übrigen eher kurzen und schmalen, oft lang und läuft fingerförmig zu (Fig. 2b, c). Einzelne Glieder können kollabieren. Die obersten Formen erscheinen bisweilen noch mehr gedrungen, ihre Zellen breiter als hoch, die Endzelle mit einem aufgesetzten Spitzchen (Fig. 2, d). Die Haargebilde verschwinden wenig oberhalb der Stelle, an der die Filamente selbständig werden.

Staubblatt

Querschnitt durch das freie Filament in mittlerer Höhe: Umriss kreisförmig. Epidermiszellen radial gestreckt. Ihre Aussenwand vorgewölbt, verdickt, mit glatter Kutikula, ihre Innenwand etwas kollenchymatisch. Rinde aus 6—8 Lagen rundlicher Zellen mit grossen, meist viereckigen Interzellularen. Fibrovasalstrang wie im Kronblatt.

Die Anthere ist im Querschnitt trapezförmig, mit eingeschnittener kürzerer Innenseite und besitzt an der Flanke je zwei Pollenfächer. Diese werden von 1 bis mehreren Lagen verholzter Spiralfaserzellen ausgekleidet. (Ihre Verteilung an einer aufgesprungenen Anthere, Tafel 3, Fig. 3, t). Die Scheidewand der Theka ist als ein am Rande ausgezackter, farbloser Geweberest vorhanden (s). Die Mitte des Konnektivs nimmt der elliptisch gestaltete, nach der Blütenachse hin gestreckte Vasalstrang ein (f), die Gefässe liegen im Zentrum und werden durch Parenchym vom randständigen Phloem getrennt. Er wird von lockerem Parenchymgewebe umschlossen (p), das, wie im Filament, Chlorophyll enthält.

Das Vorkommen von Kalziumoxalat wird schon von *Warming* (s. u.) erwähnt. Es sind mikrokristallinische, z. T. drusenartige Häufchen.

Die Pollenkörner sind rundlich, fein punktiert, mit 3 Oeffnungen und messen etwa 35—45 μ.

Eine Entwicklungsgeschichte der Anthere gibt *Warming* (1873 a, p. 6/7).

Haargebilde:

An den Antheren finden sich vereinzelt bis 4 zellige, gebogene Gliederhaare mit zerstreut feinkörniger Kutikula. Sie wer-

den bis 300 μ lang, an der Basis 15 μ breit. In der geöffneten Blüte sind sie grossenteils abgebrochen.

Griffel und Narbe

Am Griffel sind die Epidermiszellen (Querschnitt in halber Höhe) nur wenig radial gestreckt. Ihre Aussen- und Innenwand etwas verdickt, die Kutikula gewellt. Das mehrschichtige Rindengewebe mit seinen rundlichen Zellen und kleinen Interzellularen schliesst zwei sich diametral gegenüberliegende Vasalstränge ein. In der Mitte lässt es einen Kanal frei, der von den sehr englumigen (5—10 μ weiten) und zartwandigen Zellen des Leitungsgewebes für die Pollenschläuche ausgefüllt wird. *Hanf* (1935, p. 104) erwähnt dessen Vorkommen im „Griffelkanal" von Datura arborescens. Es weist elliptischen Umriss auf, seine Längsseiten sind in der Mitte gegen die Gefässbündel hin wenig vorgezogen. Es beansprucht etwa einen Drittel der Querschnittfläche. Der Zusammenhang mit der Rinde ist teilweise gelöst. Spaltöffnungen sind spärlich.

Kalziumoxalat in mikrokristallinischen Ausscheidungen, teilweise von drusenähnlicher Gestalt, nur vereinzelte Einzelkriställchen.

Die Zellen des Narbengewebes sind bedeutend breiter als die des Leitungsgewebes (ca. 20—25 μ). Ihnen sitzen die bis 60 μ langen, am Grunde oft fussförmig verbreiterten, am Ende abgerundeten Papillen auf.

FRUCHT.

Gleich nach dem Verblühen verblasst der obere Teil des Kelches, trennt sich vom basalen Abschnitt los und fällt mit der Blumenkrone ab. Der verbleibende Kelchrand ist zunächst tellerförmig nach oben gewölbt (Bild 4a, 1), wird bei der Fruchtreife aber zurückgeschlagen (Bild 4a, 2—4). Die ausgereifte Frucht besitzt etwa Walnussgrösse und springt mit vier Klappen auf. An der Aussenseite ist sie grün und dicht mit Stacheln besetzt, deren Grösse auf dem gleichen Individuum bedeutenden Schwankungen unterworfen ist. Die Innenseite ist weiss und glatt. Beim Austrocknen löst sich das Perikarpgewebe vom Fruchtboden los und bleibt mit ihm nur durch Gefässbündelstränge verbunden. Der Fruchtknoten ist oben zwei-, unten durch falsche Scheidewände, die an die Plazenten stossen, vierfächerig (Bild 4a, 10 und 9; *Strasburger*, 1923, p. 608). Dadurch werden die oben zentralwinkelständigen Plazenten in zwei Aeste gespalten, die sich nach der Peripherie der Frucht

verschieben und im unteren Drittel sich wiederum etwas nach dem Zentrum zu umwenden. Das Gewebe der Scheidewände ist weiss schimmernd, das der Plazenten gelbbraun mit helleren Ansatzstellen der Samen.

Die Gefässbündel lassen sich als zehn, am Rande des Fruchtbodens verlaufende Stränge gut verfolgen. Fünf sind Kelch und Krone, fünf alternierende der Frucht zugeordnet. In jeden der vier Perikarpabschnitte treten drei stärkere Bündel, neben zahlreichen kleineren, die sich von einem horizontal verlaufenden Basalnerven ablösen. Zwei bilden den seitlichen Abschluss, das dritte befindet sich in der Mitte. Durch ihre Verzweigungen teilen sie wabenähnliche Felder ab. Ueber jedem befindet sich ein Stachel, dessen Gefässbündel sich aus den das Feld rings umrahmenden Nerven erheben. Ferner sehen wir, dass die den echten Scheidewänden anliegenden Perikarprandbündel nach der Mittelachse der Frucht verlängert sind. Von ihren Endpunkten steigen vier Aeste in senkrechter Richtung auf. Sie verschmelzen bald zu einem nach der Spitze der Frucht verlaufenden zentralen Strang. Er versorgt die beiden echten Scheidewände mit leicht nach unten gebogenen Nerven, die blind enden, ursprünglich aber mit den Randnerven der anliegenden Perikarpabschnitte zusammenhingen. Des weitern lösen sich von diesen Endpunkten in horizontaler Richtung, fast im rechten Winkel zu den einmündenden Gefässsträngen vier andere Bündel ab, die in je zwei, vertikal nach oben strebende Aeste auszweigen. Die beiden innern verschmelzen und bilden die Rippen der sogenannten falschen Scheidewand. Sie verlaufen an der Peripherie. Sie entsenden zum Zentralstrang bogig aufwärts gehende Seitennerven. Die vier andern Aeste durchziehen die Plazenten. Im basalen Teil tragen sie vereinzelte Auszweigungen. Je zwei vereinen sich über der falschen Scheidewand, kurz bevor sie im Zentralstrang enden.

Perikarp

Flächenbild:

Die Epidermiszellen des Exokarps sind polygonal, geradwandig begrenzt, in wechselndem Grade gestreckt. Innerseits, am Endokarp, unterscheiden sie sich durch die spitz- oder abgerundet wellige, seltener buchtige Kontur der Seitenwände. Spaltöffnungen sind auf beiden Seiten zu finden. Die äusseren liegen an der Basis der Dornen, weniger zahlreich an den Nähten der Fruchtwand, wo sie nach *Fischer* (1929, p. 331) zu fehlen scheinen. Form und Grösse wie auf dem Laubblatt. Die inneren sind meist rundlich oder doch nur wenig gestreckt. Solche von abnormer Grösse (bis 70 μ) statt bis 46 μ (vgl. p. 62), mit weit

geöffneter Spalte sind zahlreich. Abnormale Bildungen (Fehlen oder Verkümmerung einer Schliesszelle. Verschiebung der Schliesszellen) wurden vereinzelt festgestellt. Sie sind auch von *Fischer* beschrieben (1929, p. 331/2). Die innerseits glatte oder faltige Kutikula unterscheidet sich deutlich von der äusseren, grobkörnigen.

Das Mesokarp besteht unter der äusseren Epidermis aus dicht gefügten, mehr oder weniger gestreckten, an den Ecken abgerundeten Zellen. Nach innen wird es lockerer, indem zahlreiche armförmige Membranausstülpungen auftreten. Besonders aussen haben die Zellen an den Interzellularen verdickte Wände.

Kalziumoxalat ist in vereinzelten Zellen in Form von Sand ausgeschieden.

Querschnitt:

Beiderseits rechteckige Epidermiszellen, mehr oder weniger gestreckt, von geringer Höhe, mit stark verdickten, am Exokarp etwas vorgewölbten Aussenwänden. Die Kutikula ist an der innern Epidermis nur dünn, an der äusseren dicker. Die Schliesszellen der Spaltöffnungen sind leicht emporgehoben. Ihr Durchmesser entspricht ungefähr dem der Nebenzellen. Sie besitzen Vorhof-, und, weniger deutlich zu sehen, Hinterhofleisten. Das Mesophyll zeichnet sich, wie bei andern Solanaceen *(Krauss,* 1866/7. p. 93), durch seine Mächtigkeit aus. Unter der äusseren Epidermis befinden sich mehrere Lagen elliptischer, an den Abrundungen verdickter Zellen. Die inneren Partien haben schwammparenchymartiges Gepräge. Am Endokarp verdichtet sich das Gewebe wiederum etwas. Neben Chlorophyll enthalten die Zellen reichlich Stärke als rundliche, teilweise oder ganz polygonale Körner, einzeln oder zu mehreren zusammenhängend, mit einem Durchmesser von 3—10 μ.

Haargebilde:

Haare fehlen am Endokarp. Am Exokarp:

1. Gliederhaare: Einreihig, meist 2—3, aber auch bis 5zellig, oft mit gedrungener Basalzelle. Gewöhnlich stumpf kegelförmig und leicht gebogen. Kutikula grob gekörnt. Die Länge überschreitet selten 200 μ.

2. Drüsenhaare: Die normalen Formen.

Stacheln

Die in vier Gruppen angeordneten, an der Aussenseite der Frucht liegenden Stacheln sind gerade und variieren an der gleichen Frucht in Höhe und Dicke. Sie setzen mit ovaler Basis an und enden in eine scharfe Spitze. *Uhlworm* (1873, p. 801 ff.) betont, dass es sich um hochdifferenzierte Gebilde handelt,

indem sie auch Gefässe führen. Er hält sie für Stacheln höherer Art, vielleicht umgewandelte Fruchtblattzipfel. Im Widerspruch dazu steht eine Angabe bei *Tschirch und Oesterle* (1893, p. 285), wonach den Stacheln Gefässe fehlen. Es scheint uns deshalb gerechtfertigt, die Frage durch die bei unseren Untersuchungen erhaltenen Ergebnisse zu klären und das bis jetzt bekannte anatomische Bild des Stachels zu vervollständigen.

Querschnitt:

Epidermiszellen basal stark, nach oben abnehmend, tangential gestreckt (Bild 30). Aussenwand verdickt, von einer gekörnten Kutikula überzogen. Die Innenwand weist namentlich an den Interzellularen Verdickungen auf. Die Spaltöffnungen sind wie diejenigen des Perikarps gebaut. Etwa in halber Höhe des Stachels stehen sie kaum mehr vor und erreichen nur noch die halbe Höhe der Nachbarzellen.

Die Rinde baut sich basal aus vier bis fünf Lagen, kurz vor der Spitze nur noch aus einer bis zwei Lagen chlorophyllhaltiger Zellen auf. Am Perikarp sind sie flach elliptisch und infolge kleiner Ausbuchtungen, die den Schichten nach der Stachelspitze zu fehlen, mehr oder weniger locker.

Der Holzring ist beim Eintritt in den Stachel durch Markstrahlen aus rundlichen, am Holz auch gestreckten Zellen, in zahlreiche rundliche oder länglich plattenförmige Bündel aufgelöst, die allmählich zusammenfliessen und unterhalb der Spitze einen geschlossenen, verholzten Mantel bilden. Er ist aus wenigen, englumigen Gefässen (Bild 30, g) und in der Hauptachse aus breiten Sklerenchymelementen (sk) aufgebaut. Interessant ist die Tatsache, dass das Phloem nur intraxylär, in kleinen, den Holzelementen direkt anliegenden Gruppen (i) vorkommt.

Die Zellen des Markes lassen basal ebenfalls kleine Ausstülpungen erkennen. Sie enthalten nur wenig Chlorophyll.

Die Haargebilde an der Stachelbasis sind dieselben wie am Perikarp.

Radialer Längsschnitt:

Epidermiszellen rechteckig. Querwände unverdickt.

Rindenzellen elliptisch, unten nur wenig, oben stärker gestreckt. Membran namentlich an den Interzellularen verdickt.

Am Holzzylinder treten die Fasertracheiden hervor, mit zahlreichen, kleinen, rundlichen oder etwas gestreckten Poren, öfters mit feiner, schräger Spalte. Sie umschliessen einige Ring- und Spiralgefässe (bis 15 μ weit), seltener Tüpfelgefässe.

Die Markzellen sind, wie die unteren Rindenzellen, unregelmässig geformt.

Von der Fläche gesehen, sind die Epidermiszellen polygonal, etwas gestreckt, geradwandig oder leicht bogig. Die Spaltöffnungen haben runden oder elliptischen Umriss.

Kalziumoxalat vereinzelt im Rindenparenchym, als mikrokristallinische Stäbchen.

Entwicklungsgeschichtliches.

Nach *Uhlworm* (1873 p. 801 ff.) erfolgt die Bildung der Stacheln gewöhnlich von zwei, seltener von einer oder drei Schichten des Periblems aus. Nach *Warming* (1873, p. 473) aus der ersten und zweiten Periblemreihe. Die Zellen strecken sich zunächst senkrecht zur Oberfläche und teilen sich hierauf quer. Dieser Vorgang wiederholt sich während längerer Zeit und bedingt das Längenwachstum. Darauf folgende Längsteilungen im untern Abschnitt erzeugen die konische Basis. Später hören auch oben die Querteilungen zugunsten von Längsteilungen auf. Zuletzt wird die prosenchymatische Zone unter der Epidermis zu Fibrovasalsträngen umgebildet.

Bild 31 zeigt einen Querschnitt durch einen Stachel in mittlerer Höhe, zur Zeit der Blüte. Die Epidermiszellen radial gestreckt, ihre Aussenwand vorgewölbt. Die Rindenzellen beginnen sich abzurunden. Dann folgen mehrere Gruppen kleiner polygonaler Zellen (g) mit einigen Gefässen, durch Markstrahlen getrennt. Das zentrale Mark aus grossen, abgerundeten Zellen.

Die weitere Differenzierung der einzelnen Gewebe bis zur endgültigen Ausbildung ist ohne weiteres klar.

Nach *Velenovsky* (1905, p. 711) trifft man auch Uebergänge, „wo diese mächtigen Stacheln dünner werden und bloss ein einziges Gefässbündel besitzen, bis sie sich schliesslich in weiche, schwache Stacheln verwandeln, in welche überhaupt kein Gefässbündel hineintritt." Solche gefässlose Gebilde fanden wir nie.

Scheidewand (echte)

Flächenbild:

Epidermiszellen mit welligen bis buchtigen, dann oft sternförmig verzahnten Seitenwänden (Tafel 2, Fig. 4). Spaltöffnungen kommen etwas seltener vor als an der inneren Fruchtwand. Meist sind sie rund mit geöffneter Spalte. Sie werden bis 80 μ gross. Die Nebenzellen liegen gewöhnlich als Kranz um die Schliesszellen. Ihre äusseren Seitenwände verlaufen teilweise parallel zum Spaltumriss. Die Kutikula ist glatt (Tafel 2 Fig. 5).

Das einheitlich gebaute Mesophyll ist locker, mit Ausnahme der an die Epidermis grenzenden Lage. Es enthält reichlich Stärke (wie im Perikarp) und vereinzelt Kalziumoxalatsand.

Haare sind keine vorhanden.

Querschnitt:

Die Epidermiszellen beiderseits tangential gestreckt, Aussenwand verdickt mit zarter Kutikula. Schliesszellen der Spaltöffnungen vorstehend, so hoch wie die Nebenzellen.

Die an die Epidermis anschliessende Mesophyllage besteht beiderseits aus elliptischen Zellen mit gegen die Interzellularen etwas verdickter Membran. Das restliche Gewebe sehr locker, mit Ausnahme der an die Nerven grenzenden Partien.

Planzenta.

Als von der Scheidewand verschieden seien folgende Punkte genannt: Epidermisseitenwände bogig, zerstreut wellig und buchtig (Tafel 2, Fig. 6). Spaltöffnungen konnten wir nicht auffinden.

Ferner erhellt aus dem Querschnitt, dass die Epidermiszellen etwa doppelt so hoch sind wie die der Scheidewand, d. h. ca. 20—30 μ. Aussenwand stark verdickt, Innenwand nur wenig. Die antiklinen Wände beiderseits zwickelartig erweitert.

Nerven

Die Gefässbündel der Frucht weisen übereinstimmenden Bau auf.

Querschnitte durch Hauptnerven (Randnerv am Perikarp, Planzentar- oder Zentralnerv der Scheidewand) sind einander ähnlich: In der Mitte einige rundliche Markzellen, die beim Austrocknen zerreissen. Gruppenweise im Kreis um sie gelagert einige bis 25 μ weite Gefässe. Sie werden von einem breiten, polygonale, geradwandige, sklerenchymatische Zellen führenden Mantel geschützt. In ihn sind 1—2reihige Markstrahlen aus verdickten, porösen und verholzten Zellen eingelagert. Sie sind nicht zahlreich, sodass sie weniger eine radiale Streifung, als eine Abgrenzung in einzelne Segmente herbeiführen. Die aussen anliegenden Siebgruppen sind kaum zu sehen. Sie können kollabieren und verholzen.

Am Radialschnitt erweist sich der äussere Belag als nur aus Fasern bestehend, die durch vereinzelte kleine Poren kommunizieren. An den Gefässen erkennen wir Ring- und Spiralverdickungen.

Die an Tangentialschnitten festgestellte Höhe der Markstrahlen beträgt bis etwa 25 Zellen.

Bei der Aufteilung in kleinere Einheiten öffnen sich die Bündel und gliedern einzelne Segmente ab.

An den kleineren Nerven tritt die Verdickung der Faserzellen stark zurück oder wir finden nur einen Schutzring aus unverdickten, polygonalen Parenchymzellen.

Die Samen haben sich nicht in dem Masse in den Arzneischatz eingebürgert wie die Blätter. In den uns vorliegenden Arzneibüchern sind sie nur in der Schweiz *(Pharmacopoea Helvetica ed. Quinta)*, in Deutschland *(Ergänzungsbuch zum Deutschen* Arzneibuch, 6. Ausgabe) und in Portugal offizinell.

Die Samen sind etwas plattgedrückt, rundlich nierenförmig, etwa 3—4 mm lang und 1,5—2 mm dick, schwarz, von mattem Glanz und mit feingrubig punktierter Oberfläche. An der mehr oder weniger geraden Seite liegt das meist schmal-dreieckige Hilum, mit seiner Basis nach innen gewendet. In dessen Umgebung auf beiden Flächen eine glatte Schwiele. Von seiner Spitze zieht sich die Testa kammartig bis fast zur Höhe des Bauches, wo sie sich verbreitert. Das Chalazagewebe ist weiss bis hellbräunlich, im mittleren Teil eingesenkt.

Ein Längsschnitt durch die Mitte des Samens zeigt die kampylotrope Samenanlage mit dem nahe der Samenschale bogig verlaufenden Embryo. Das Würzelchen liegt am spitzen Winkel des Hilums. Die fast doppelt so langen (als das Würzelchen) Kotyledonen enden in hakenförmiger Krümmung kurz vor dem Würzelchen. Das Endosperm ist dunkler als der Keimling, die Samenschale braun.

Im Querschnitt ist das Würzelchen rund, die beiden Kotyledonen sind halbkreisförmig, die flachen inneren Seiten senkrecht zu den Breitseiten des Samens gerichtet.

Entwicklungsgeschichtliches.

Die Entwicklungsgeschichte des Samens und vornehmlich der so eigenartig gebildeten Epidermis ist bereits von verschiedenen Seiten beschrieben worden. Grundlegend behandelt diese Aufgabe *Lohde* (1874, p. 21 ff.). *Schlotterbeck* (1896 p. 24 ff.) führt wenig neue Tatsachen an, während *Souèges* (1907, p. 88 ff.) auch den unter der Epidermis liegenden Schichten Beachtung schenkt. Wir haben den Samen in seinen wichtigsten Entwicklungsstufen nochmals verfolgt und können die bereits vorliegenden Ergebnisse in einigen Punkten ergänzen.

Die Samenanlage besitzt stets nur ein Integument. Zur Zeit der Befruchtung sind dessen Elemente wenig voneinander verschieden. Erst nach dem Verblühen haben sich die inneren Schichten vermehrt. Die Epidermiszellen erscheinen leicht gestreckt und dehnen sich weiter in radialer Richtung, wobei sie zunächst nur ihre Aussenwand verdicken. Von der Fläche gesehen erscheinen die Seitenwände bei tiefer Einstellung gerade, bei hoher buchtig bis zackig-sternförmig ineinandergefügt. Die subepidermalen Schichten des Integuments führen reichlich Stärke.

Dann werden in den Epidermiszellen eigenartige, netzleistenförmige Verdickungen von gelblicher Farbe angelegt. Desgleichen erweitert sich die Aussenwand nach dem Zellumen zu in der Art, dass am Rande über den Buchten der Seitenwände ovale, tüpfelähnliche Aussparungen bleiben. Ferner bemerken wir, dass die mittlere Partie der Aussenwand über dem Zellraum von einem balkenartigen System überzogen ist. Im Querschnitt ragen die unverdickten Partien als abgerundete Hohlräume, wie Papillen in die Aussenwand. In diesem Stadium sind die Seitenwände an der Zellbasis wellig bis buchtig, in mittlerer Höhe wellig und ebenfalls stark verdickt und am oberen Ende tief buchtig und wenig verdickt.

Bei der Samenreife werden weitere Verdickungsschichten bis in die Hohlräume der Epidermisaussenwand angelagert.

Mit dem Leitungsgewebe der Plazenta steht der Same durch mehrere zu einem Bündel vereinigte Gefässe in Verbindung. Sie biegen im Chalazagewebe um und spalten sich in zwei Aeste, die am Endosperm enden.

Kalziumoxalat tritt schon in jungen Stadien namentlich in der Nähe der Gefässe, vereinzelt auch im Integumentgewebe auf. Meist kleine Stäbchen oder Sand, zu drusenartigen Konglomeraten angehäuft.

Reifer Same.

Querschnitt:

Die Epidermis ist von einer Schleimmembran überzogen, die in Wasser aufquillt und sich in Alkohol kontrahiert. Die Verdickungen der Zellwände sind mächtig entwickelt und erstrecken sich auf alle Wände, auch auf die Zapfen, das sind die papillösen Aussparungen in der Aussenwand. Dadurch ist das Lumen reduziert, oft bis auf einen kleinen Spalt in der Mitte und, wie die Zapfen, von einer braunschwarzen Masse erfüllt. Die ersten Verdickungsleisten sind an quer zur Längsachse verlaufenden, dunkler gefärbten Streifen zu erkennen, während die radial, senkrecht zum Umriss der Zelle geschnittene Seitenwand zart und etwas buchtig längsgestreift erscheint. Bei den Zapfen fällt die Zellulosereaktion, bei den Seitenwänden Verholzungs- und Verkorkungsreaktion positiv aus (vgl. *Lohde,* 1874. p. 24; *Schlotterbeck,* 1896, p. 32/3; *Hartwich* 1897).

Die nächsten Schichten des Integuments sind mehr oder weniger kollabiert, nehmen aber bei der Aufhellung mit Chloralhydrat mit Ausnahme der innersten Lagen ihre normale elliptische Gestalt leicht wieder an. Sie enthalten keine Stärke mehr. Die Wände sind etwas verdickt und führen grosse, meist rund-

liche oder ovale, zuweilen ausgezackte Poren. Mit Phlorogluzin-Salzsäure färben sich die innern Partien rötlich.

Der nur aus einer Zellreihe bestehende Nuzellus hat rechteckige Elemente, die Radialwände sind beiderseits zwickelartig verbreitert. Sie sind verholzt und verkorkt *(Schlotterbeck,* l. c.).

Die polygonalen, geradwandigen und verdickten Zellen des Endosperms enthalten fettes Oel und Aleuron.

Kolle (1918, p. 74/5) berücksichtigt in seiner Arbeit die Verhältnisse an der Chalaza. Die Epidermiszellen erscheinen hier stärker radial gestreckt, fast doppelt so hoch als am restlichen Teil der Samenschale. Das darunter liegende Gewebe ist bis auf die an den Nuzellus stossenden, obliterierten Schichten gut erhalten. Bemerkenswert ist, dass sie Kalziumoxalatsand bergen, der zahlreiche Zellen ganz ausfüllt. Wir fanden dieses Vorkommen nirgends erwähnt. *Kreusch* schreibt z. B. (1933, p. 418): „In ungekeimten reifen Samen findet sich jedoch kein Kalziumoxalat in Kristallform vor . . ." Die dem Gefässbündel unmittelbar benachbarten Zellen sind zartwandig und polygonal. Weiter davon entfernt aber sind sie mit Unterbrechungen stark verdickt, wobei sich die Mittellamelle noch gut erkennen lässt. Sie zeigen braune Farbe und sind verholzt.

Flächenansicht:

Das Bild der Epidermiszellen wechselt je nach der Ebene, durch die wir den Schnitt führen. Am äusseren Zellrand sind die zapfenförmigen Fortsätze mit ihrem elliptischen oder rundlichen Umriss sichtbar. Etwas tiefer die buchtigen Seitenwände und zuletzt der bizarr geformte Basalteil. Alle Lumina mit einer schwarzbraunen Masse gefüllt. Die darunter liegenden Schichten rundlicher Zellen mit den im Querschnitt beschriebenen Verdickungen und dadurch vom Nuzellus mit den polygonalen, geradwandigen Zellen, die in den Ecken verdickt sind und ab und zu auch an den Seitenwänden Membranvorsprünge aufweisen, deutlich zu unterscheiden.

Embryo

Wir haben unsere Untersuchungen mit der Entwicklung des Keimlings begonnen und beschliessen sie mit der Beschreibung des im ausgewachsenen Samen befindlichen Embryos. Wir folgen z. T. den Angaben *Auenmüllers* (1916, p. 25/6).

Die Radikula zeigt eine aus radial wenig gestreckten Zellen mit verdickter Aussenwand zusammengesetzte Epidermis. Etwa 6—8 Lagen rundlicher Zellen mit kleinen Interzellularen bilden die Rinde. Der Zentralzylinder enthält aussen kleine, nach innen zu grösser werdende zartwandige, polygonale Zel-

len. Die Kotyledonen sind plankonvex. Die Epidermiszellen beiderseits tangential etwas gestreckt. Die Palisaden beanspruchen etwa $^1/_6$—$^1/_7$, nach *Auenmüllen* (1916; vgl. die beigegebene Fig. 35) $^1/_{10}$ des Mesophylldurchmessers. Drei Prokambiumstränge bilden die Vorläufer des Haupt- und der beiden Seitennerven.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Kultur

Unter den von uns angewandten Vorsichtsmassnahmen liessen sich die Keimpflänzchen ohne Schaden ins Freie umpflanzen (vgl. p. 13/14).

Keimung

Durch Einwirkung von Wechseltemperaturen und Abschirmung des direkten Sonnenlichtes wurden in Topfversuchen gute Ergebnisse erzielt. Direkte Aussaat ins Freie lieferte ungleichmässige und schlechte Resultate (vgl. p. 16 ff.).

Wurzel

Die Wurzel ist zuerst diarch. Durch weiteren zentripetalen Zuwachs entsteht eine geschlossene Platte aus Gefässen, an die sich der sekundäre Zuwachs, z. T. mit Parenchymlücken und interxylären Phloem, seitlich anlagert.

Der Kork entsteht nicht in der Epidermis *(Lewinsky,* 1924, p. 322/3), sondern in den äussersten Rindenschichten.

In der sekundären Rinde, zuweilen auch in der primären, liegen verholzte Sklerenchymzellen. Der Gefässdurchmesser kann in der Wurzel 0,09 mm übersteigen (vgl. *Soleder,* 1899, p. 656). Das äusserste Phloem verholzt.

Kalziumoxalat ist als Sand in der Rinde und, im Gegensatz zu *Lewinsky's* Angaben (l. c.), auch in den unverholzten Partien des Xylems abgeschieden. Am Uebergang zum Hypokotyl vereinzelte Drusen.

Stärke fehlt (vgl. p. 20 ff.).

Sprossachse

Sie führt bis einige Millimeter lange, wenig verdickte Bastfasern, Kalziumoxalat als Sand und als z. T. durchwachsene Einzelkriställchen (vgl. p. 29 ff.).

Kotyledonstiel

Die beiden Kotyledonen entstehen, wie die Primordialblätter, sukzedan. Sie tragen Köpfchen- und einfache mehrzellige Gliederhaare mit glatter Kutikula.

Kalziumoxalat als Drusen, Einzelkristalle und Sand (vgl. p. 36/37 ff.).

Fruchtstiel

Das Kollenchym ist nicht in der reinen Form entwickelt wie in der Rinde der Sprossachse und des Blattstieles (vgl. p. 38).

Keimblatt

Der Spaltöffnungstypus erscheint vom Charakter der Epidermiszellen abhängig. Vereinzelte Unregelmässigkeiten in der Ausbildung der Schliesszellen (Doppelspalte, eine Schliesszelle verschoben, verkümmert, unterdrückt) wurden festgestellt. Haargebilde fehlen nicht, wie *Auenmüller* schreibt (1916, p. 27). Drüsenhaare zahlreich, Gliederhaare vereinzelt basal.

Das Kalziumoxalat ist ähnlich verteilt wie im Laubblatt. Die Bildung dürfte so verlaufen, dass an einen Sphäriten ein Einzelkristall anwächst, der vornehmlich im unteren Blattabschnitt zu einer Monohydratdruse umkristallisiert. Nahe dem Hauptnerv auch Zellen mit Kristallsand (vgl. p. 38 ff.).

Laubblatt

Die im *Kommentar zum D. A. B.*, 6. Ausgabe erwähnten Drüsenköpfchen auf mehrzelligen, gekörnten Haaren beobachteten wir nicht (vgl. p. 46).

Blüte

Am Rande der Kelchzipfel liegen eigenartige vielzellige Haargebilde mit basal ausgeweiteten, in einen engen Hals zulaufenden Zellen, wie ein normales Haar oder mit Drüsenköpfchen endend.

Im Kronschlund Gliederhaare von teils gedrungenem Bau, Endzelle oft mit kleinem Spitzchen.

An den Antheren schmale Gliederhaare mit leicht gekörnter Kutikula. Die Spiralfaserzellen der Antherenwand sind verholzt. Der von den verwachsenen Griffelästen umschlossene Griffelkanal enthält Leitungsgewebe.

Die Bemerkung *Hoch's* (1886, p. 59), dass den Blütenorganen mit Ausnahme des Kelches Haargebilde fehlen, ist zu berichtigen.

Kalkoxalat im Kelch z. T. als kleine Drusen. An der Basis auch Sand (vgl. p. 46 ff.).

Frucht

Die schon bekannte Tatsache, dass die kleineren Nerven kollateral sind mit Aussenphloem, können wir durch unsere Beobachtung ergänzen, dass die kollateralen Bündel der Stacheln nur Innenphloem führen.

Die bedeutende Grösse der Spaltöffnungen an Endokarp und Scheidewand steht vielleicht mit dem Feuchtigkeitsgehalt der geschlossenen Frucht in Zusammenhang. *Wassermann* (1924, Zusf. p. 64) stellte für Phaseolus multiflorus u. a. bei Feuchtkultur im Licht Vergrösserung der Spaltöffnungen und Emporheben über die Epidermis fest.

Die Anordnung der Elemente in den Fibrovasalsträngen gleicht, die Stacheln ausgenommen, derjenigen in den Filamenten: innen Xylem, aussen Phloem, beide kreisförmig, durch Parenchymgewebe getrennt, das hier zuweilen zu einem, Markstrahlen aufweisenden, Sklerenchymring verholzt (vgl. p. 51 ff.).

Same

Im Chalazagewebe auch des reifen Samens deutliche Ablagerung von Kalkoxalat als Sand. Die peripheren Zellen des Chalazagewebes verdickt und verholzt (vgl. p. 59).

LITERATURVERZEICHNIS

1917 *Anselmino, O.,* Der Anbau und das Einsammeln von Arzneipflanzen im deutschen Reich. Ber. der deutsch. Pharm. Ges. 27. Jahrg.

1916 *Auenmüller, F.,* Ueber den Bau von Cotyledonen und Radicula im ruhenden Samen und die bei ersteren zu beobachtenden Veränderungen während der Keimung bei einigen pharmacognostisch wichtigen Gymnospermen und Dicotyledonen. Diss. Bern.

1877 *de Bary, A.,* Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig.

1901 *von Beck, G.,* Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, in Engler: Die Vegetation der Erde, IV, p. 279.

1892 *Benecke, W.,* Nebenzellen der Spaltöffnungen. Bot. Ztg. p. 572/3.

1918 *Boshart, K.,* Der Anbau einiger medizinisch wichtiger Solanaceen. Heil- und Gewürzpfl., Bd. II, p. 108—112.

1931 *Boshart, K.,* Kulturversuche mit Stechapfel und Tollkirsche mit besonderer Berücksichtigung der Schwankungen des Alkaloidgehaltes. Heil- und Gewürzpflanzen, Bd. XIII, p. 97 ff.

1926 *Caesar & Loretz,* Jahresbericht.

1927 *Caesar & Loretz,* Jahresbericht, p. 33.

1855 *de Candolle, A.,* Géographie botanique raisonnée. T. II. Paris.

1911 *Chauveaud, G.,* L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution. Ann. des Sc. nat., Bot., 9e Série, T. XIII, p. 369 ff.

1910 *Chenevard, P.,* Catalogue des plantes vasculaires du Tessin. Memoires de l'Institut national Genevois, T. 21, p. 411. Genève.

1898 *Dippel, L.,* Das Mikroskop und seine Anwendung. 2. Teil. Braunschweig.

1897 *Engler-Prantl, Die* natürlichen Pflanzenfamilien. IV. Teil, Abt. 3b. Leipzig.

1896 *Fedde, K. G.,* Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Solanaceae. Diss. Breslau.

1875 *Fischer, L.,* Verzeichnis der Gefässpflanzen des Berneroberlandes, p. 113. Bern.

1929 *Fischer, M.,* Beiträge zur Kenntnis der Spaltenapparate an Früchten und zur Durchlüftung der Hohlfrüchte. Beih. z. bot. Centralbl., Abt. 1, Bd. XLV.

1931 *Flück, H.,* Der diagnostische Wert der Spaltöffnungsgrössen offizineller Blätter. Pharm. Acta Helv., 6. Jahrg., p. 217/8 und 231.

1929 *Frey, A.,* Calciumoxalatmonohydrat und Trihydrat in: Linsbauer, Handbuch d. Pflanzenanat., Bd. III, 1a, p. 82 ff., Berlin.
1935 *Frey-Wyssling, A.,* Die Stoffausscheidung der höheren Pflanzen. Berlin.
1912 *Gaze, E.,* Fol. Bellad.-Hyosc.- Stram.-Aufbewahrungsdauer, Pharm. Praxis, p. 373.
1917 *Geiger, H.,* Anbauversuche von Heil- und Gewürzpflanzen. Heil- und Gewürzpfl., Bd. I, p. 104.
1839 *Geiger, Ph. L.,* Handbuch der Pharmacie, Bd. II, p. 578 ff. Heidelberg.
1917 *Gentner, G.,* Keimungsverhältnisse der gebräuchlichsten Arzneipflanzen. Heil- und Gewürzpflanzen, Bd. I, p. 80.
1882 *Gérard, R.,* Recherches sur le passage de la racine à la tige. Ann. d. Sc. nat., Bot., 6 e Série, T. XI, p. 375/6.
1930 *Gerhard, E.,* Beiträge zur Geschichte einiger Solanaceen, p. 79 ff. Diss. Basel.
1927 *Gillet, J.,* Catalogue des plantes du jardin d'essais de la Mission de Kisantu (Congo Belge), p. 77, Bruxelles.
1935 *Hanf, M.,* Vergl. und entwicklungsgesch. Unters. über Morph. und Anat. d. Griffel und Griffeläste. Beih. z. bot. Centralbl. Abt. A, Bd. LIV.
1897 *Hartwich, C.,* Samenschale der Solanaceen. Festschr. d. naturf. Ges. Zürich, Bd. XLI, p. 366.
1931/2 *Hecht, Himmelbauer und Koch,* Versuche über den Einfluss d. Höhenlage auf Ertrag und Gehalt einiger Arzneipfl. Heil- und Gewürzpfl., Bd. XIV, p. 121 ff.
s. t. *Hegi, G.,* Illustr. Flora v. Mitteleur. Bd. V/4, p. 2613/6. München.
1930/1 *Heil- und Gewürzpflanzen,* Bd. XIII, Ref. p. 30.
1932 *Heil- und Gewürzpflanzen,* Bd. XV, Versch., p. 142.
1894 *Herbst, A.,* Beiträge zur Kenntnis der Markstrahlen dicotyler Kräuter und Stauden. Bot. Zentralbl., I.
1923 *Hiltner und Boshart,* Düngungsvers. mit Stechapfel. Heil- und Gewürzpflanzen, Bd. VI.
1886 *Hoch, F.,* Vergl. Unters. über die Behaarung uns. Labiaten, Scrophularineen und Solaneen. Diss. Freiburg i. B.
1895 *Index Kewensis,* Plantarum Phanerogamarum. T. I., p. 720. Oxonii.
1895 *Jaccard, H.,* Catalogue de la flore Valaisanne. Neue Denkschriften der allgem. schweiz. Ges. für Naturwiss., Bd. XXXIV, p. 267. Zürich.
1877 Jahresbericht über die Fortschritte der Pharmacognosie, Pharmacie und Toxicologie. 12. Jahrgang, p. 121.
1918 *Jermstad,* Ueber die Kultur von Arzneipflanzen in Norwegen und Schweden. Schweiz. Apoth. Ztg.
1913 *Kinzel, W.,* Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart.
1906 *Koch, L.,* Die mikroskopische Analyse der Drogenpulver. Bd. III, Leipzig.
1918 *Kolle, F.,* Untersuchungen über den Bau der Samenschale an Hilum und Chalaza bei einigen offizinellen Pflanzen, p. 74/5. Diss. Bern.
1928 Kommentar zum deutschen Arzneibuch, 6. Ausgabe, 1926. Erster Band, Berlin.

1866/7 *Kraus, G.,* Ueber den Bau trockener Perikarpien. Pringsheim, Jahrb. für wiss. Bot.
1933 *Kreusch, W.,* Ueber Entwicklungsgeschichte und Vorkommen des Kalziumoxalats in Solanaceen. Beih. z. bot. Centralbl., Abt. 1, Bd. L, p. 410ff
1930/1 *Kreyer, G. K.,* Ertragshöhe und Drogenqualität im Arzneipflanzenbau. Heil- und Gewürzpflanzen, Bd. XIII, p. 1 ff.
1924 *Lewinsky, E.,* Vergleichende Anatomie der Wurzeln und Rhizome einiger pharmakognostisch wichtiger Solanaceen. Lokalisation und Bestimmung der Alkaloide. Bot. Archiv, Bd. VI, p. 322/3.
1737 *Linné, K.,* Hortus Cliffortianus, p. 55. Amsterdam.
1874 *Lohde, G.,* Ueber die Entwicklungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen, p. 21 ff. Diss. Leipzig.
1935 *Lubenau, G.,* Die Kalziumoxalatkristalle der Solanaceen. Beih. z. bot. Centralbl., Abt. A, Bd. LIII, p. 440 ff.
1923 *Meyer, F. J.,* Das trophische Parenchym in: Linsbauer, Handbuch der Pflanzenanatomie, Bd. IV. Berlin.
1911 *Mitlacher, W. und Wasicky, R.,* Ueber die Kultur des Stechapfels (Datura Stramonium) und den Alkaloidgehalt der Blätter und Samen. Sonderabdruck aus Pharm. Post 1911, p. 4.
1882 *Moeller, J.,* Anatomie der Baumrinden, p. 177/9. Berlin.
1923 *Moll und Janssonius,* Botanical pen portraits. The Hague.
1936 *Moritz, O.,* Einführung in die allgemeine Pharmakognosie. Jena.
1912 *Muschler, R.,* Manual Flora of Egypt. Bd. II, p. 852. Berlin.
1887 Pharm. Zeitg., XXXII. Jahrg., p. 683. Pharmakognostischer Bericht aus dem Auslande.
1891/2 *Rhiner, J.,* Die Gefässpflanzen der Urkantone und von Zug. Separatabdr. aus Jahresb. der St. Galler Naturw. Ges., p. 182.
1856 *Schlechtendal, D. v.,* Betrachtungen über das Geschlecht der Stechäpfel. Bot. Ztg., p. 921.
1892 *Schlepegrell, A.,* Vergleichende Anatomie der Tubuliflоren. Bot. Centralbl., I, p. 4 ff.
1896 *Schlotterbeck, J. O.,* Beiträge zur Entwicklungsgeschichte pharmakognostisch wichtiger Samen, p. 24 ff. Diss. Bern.
1897 *Schlotterbeck, J. O. und van Zwaluwenburg,* A., Comparative structure of the leaves of Datura Stramonium, Atropa Belladonna and Hyoscyamus niger. Proceedings of the American Pharm. Assoc. of the forty-fifth annual meeting. Baltimore.
1888 *Schübeler,* Viridarium Norvegicum. II, p. 156 nach: Flückiger, F. A., Pharmakognosie des Pflanzenreichs. 3. Aufl. Berlin.
1928/9 *Skarnitzl, E.,* Verwechselungen und Verfälschungen vegetabilischer Arzneidrogen. Heil- und Gewürzpflanzen, Bd. XI, p. 174.
1899 *Solereder, H.,* Systematische Anatomie der Dicotyledonen.
1907 *Souèges, R.,* Tégument séminal des Solanacées. Ann. des Sc. nat., Bot., 9e Série, T. VI, p. 88 ff.
1928/9 *Stamm, J.,* Ueber Arzneipflanzenbau in Estland. Heil- und Gewürzpflanzen, Bd. XI, p. 87.

1920 *Steiger, E.*, Beiträge zur Morphologie der Polygala Senega. Berlin.
1866/7 *Strasburger, E.*, Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen. Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. V.
1923 *Strasburger, E.*, Das botanische Praktikum, Jena.
1936 *Strasburger, E., Noll, F., Schenk, H. und Schimper A. F. W.* Lehrbuch der Botanik, begründet von . . ., Jena.
1927 *Timmermann, H. A.*, Stramonium and other species of Datura. A comparative study of the structure of their leaves. British Pharm. Conf. Brighton Meeting. Programme of Sessions and papers communic. p. 19 ff.
1929 *Torricelli, A.*, Studio sperimentale sulla coltura di piante medicinali nel Cantone di Ticino. (Parte meridionale). Pharm. Acta. Helv., p. 100.
1923 *Tschirch, A.*, Handbuch der Pharmakognosie. Bd. III, 1. Abt. Leipzig.
1893 *Tschirch und Oesterle*, Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde. Leipzig.
1873 *Uhlworm, O.*, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Trichome, mit besonderer Berücksichtigung der Stacheln. Bot. Ztg., p. 801 ff.
1905 *Velenovsky, J.*, Vergleichende Morphologie der Pflanzen. I. Teil, p. 711. Prag.
1885 *Vesque, J.*, Caractères des principales familles gamopétales, tirés de l'anatomie de la feuille. Ann. des Sc. nat., Bot., 7e Série, Trome I.
1927 *Walter, H.*, Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena.
1873 *Warming, E.*, Sur la différence entre les trichomes et les épiblastèmes d'un ordre plus élevé. Ref. Bot. Ztg., p. 473.
1873 a *Warming, E.*, Untersuchungen über Pollen bildende Phyllome und Kaulome. Hanstein, Bot. Abh., Bd. II.
1924 *Wassermann, J.*, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie der Spaltöffnungen. Bot. Archiv, Bd. V.
1883 *Weiss, J. E.*, Das markständige Gefässbündelsystem einiger Dicotylen in seiner Beziehung zu den Blattspuren. Bot. Centralbl., Bd. XV, p. 410.
1935 *Wiesmann, F.*, Untersuchungen über die Trocknung der Blätter und Stengel von Atropa Belladonna und Datura Stramonium. Diss. E. T. H. Zürich.
1844 *Wydler, J.*, Morphologische Mitteilungen, Bot. Ztg., p. 691/2.
1909 *Zörnig, H.*, Arzneidrogen, I. Teil.
1916 *Zörnig, H.*, Arzneipflanzenkultur. Ber. d. Deutsch. Pharm. Ges., p. 364 ff.

Curriculum vitae

Ich, Wilhelm Fischer aus Basel, wurde am 28. September 1912 als Sohn des Wilhelm Fischer, Kaufmann und seiner Gattin Hulda, geb. Schweizer in Riehen geboren.

Ich durchlief die Primarschule in Riehen und das Humanistische Gymnasium in Basel, wo ich im Frühjahr 1931 die Reifeprüfung bestand. Meine Studien- und Praktikantenzeit verbrachte ich ebenfalls in Basel. Nach dem Staatsexamen im Herbst 1935 beschäftigte ich mich auf Anregung von Herrn Professor Zörnig mit vorliegender Arbeit, die Ende Januar 1937 abgeschlossen wurde. Seit Mai 1936 bin ich als zweiter Assistent an der pharmazeutischen Anstalt in Basel tätig.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Praktika der Herren Professoren und Dozenten:

Doerr, Fichter, Fischer, Häfliger, Hagenbach, Jetzler, Rupe, Schuepp, Senn, Viollier, Vischer, Zörnig.

Allen diesen Herren möchte ich für die empfangenen Anregungen und Förderungen auch an dieser Stelle bestens danken.

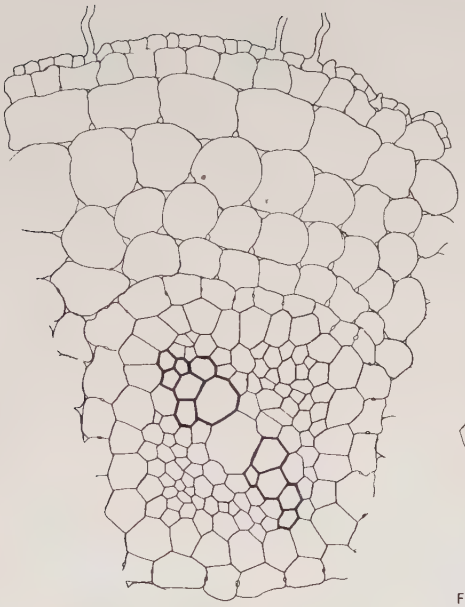


Fig. 1 Vergr. ca. 250, Text p. 20

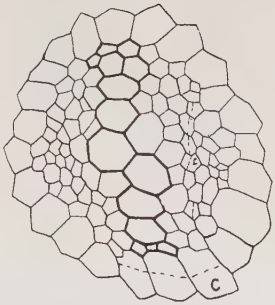


Fig. 2 Vergr. ca. 250, Text p. 21

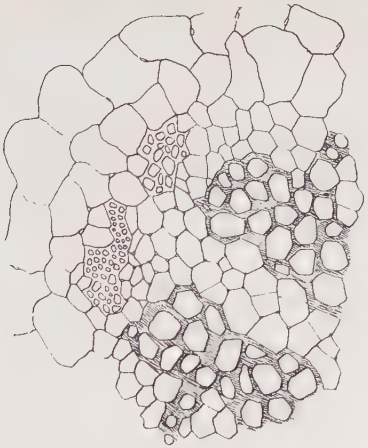


Fig. 3 Vergr. ca. 300, Text p. 21

Tafel 1

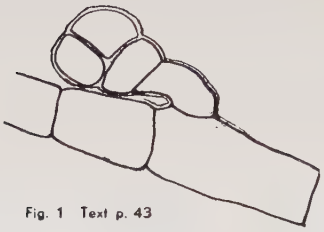


Fig. 1 Text p. 43

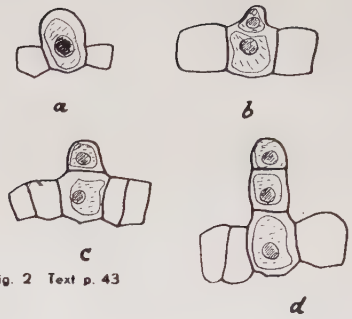


Fig. 2 Text p. 43

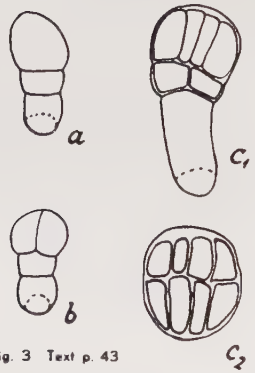


Fig. 3 Text p. 43

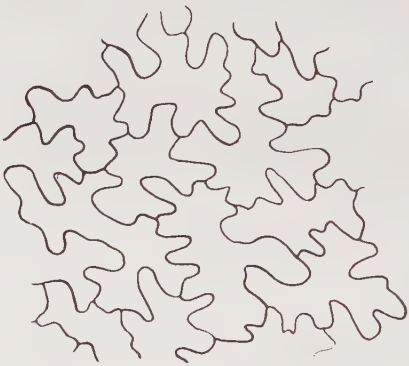


Fig. 4 Text p. 55

Fig. 6 Text p. 56

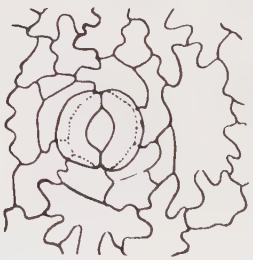


Fig. 5 Text p. 55

Tafel 2

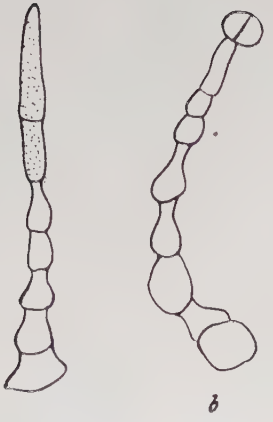


Fig. 1 Text p. 48

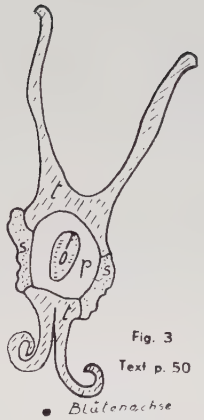


Fig. 3
Text p. 50

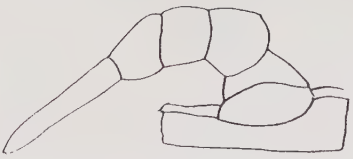
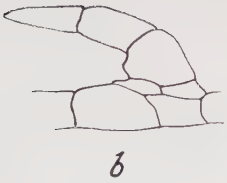
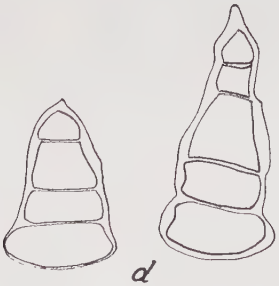


Fig. 2 Text p. 50





Tafel 3

Bild 1 ca. 1/20 nat. Grösse, Text p. 9. u. 20

Bild 2 ca. 1/6 nat. Grösse, Text p. 23

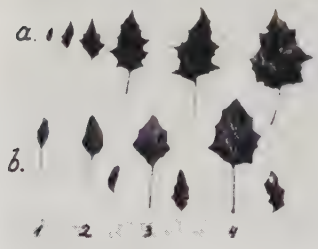


Bild 3 ca. 1/14 nat. Grösse,
a) Text p. 44, b) Text p. 19

Bild 4 ca. 1/8 nat. Grösse,
a) Text p. 51, b) Text p. 46/47

Bild 5 ca. 1/15 nat. Grösse, Text p. 19

Bild 6 ca. 1/12 nat. Grösse, Text p. 20

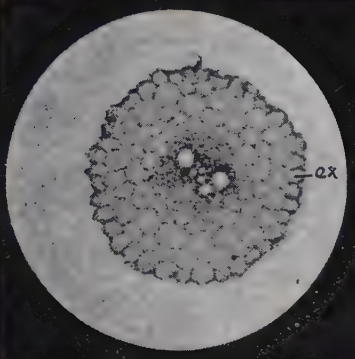


Bild 7 Vergr. ca. 55, Text p. 22

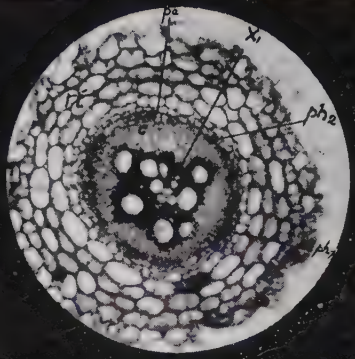


Bild 8 Vergr. ca. 57, Text p. 21/22

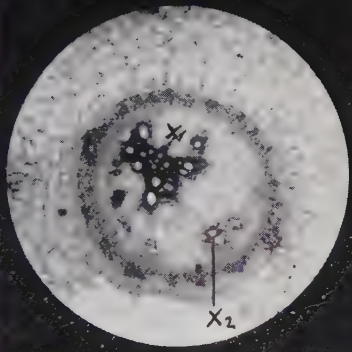


Bild 9 Vergr. ca. 33, Text p. 22

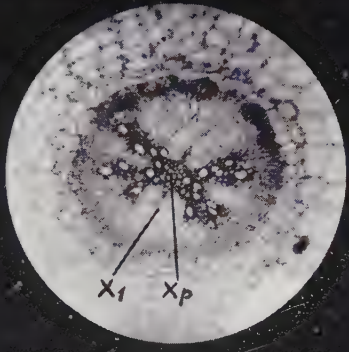


Bild 10, Vergr. ca. 33, Text p. 23

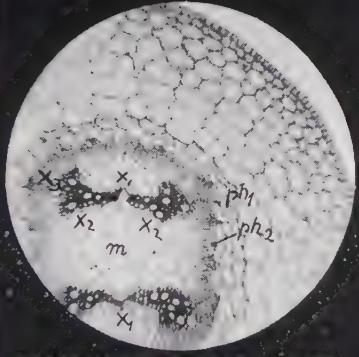


Bild 11, Vergr. ca. 33, Text p. 29

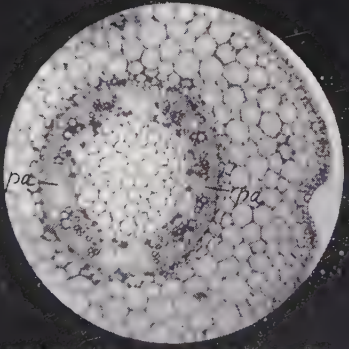


Bild 12, Vergr. ca. 33, Text p. 30

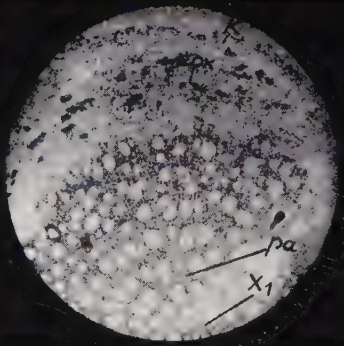


Bild 13, Vergr. ca. 29, Text p. 23 24

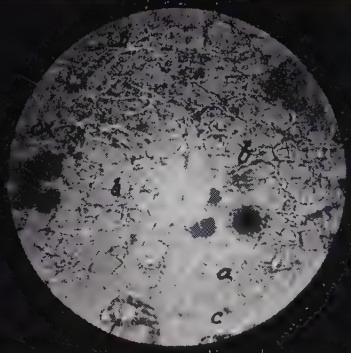


Bild 14, Vergr. ca. 100, Text p. 25

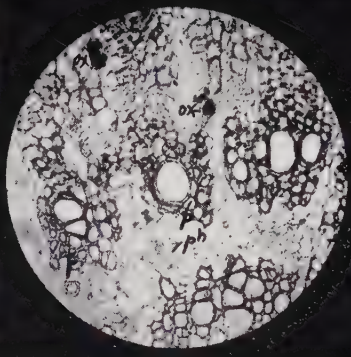


Bild 15, Vergr. ca. 100, Text p. 26

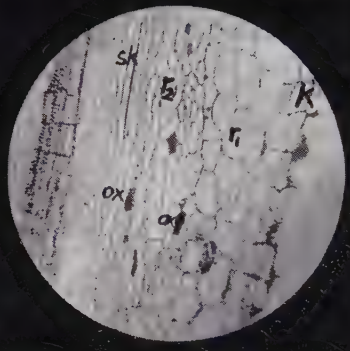


Bild 16, Vergr. ca. 57, Text p. 27

Bild 17, Vergr. ca. 55, Text p. 28

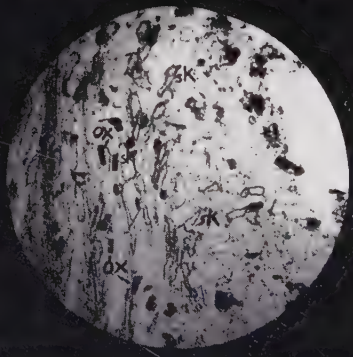


Bild 18, Vergr. ca. 22, Text p. 28

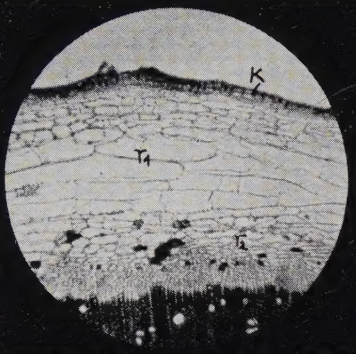


Bild 19, Vergr. ca. 33, Text p. 32/33

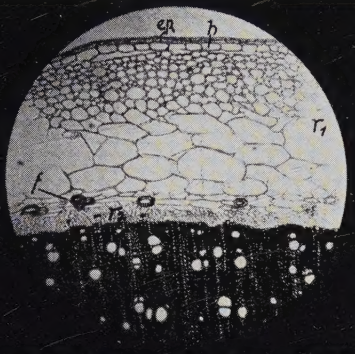


Bild 20, Vergr. ca. 22, Text p. 34/35

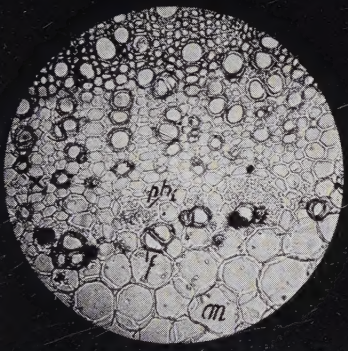


Bild 21, Vergr. ca. 55, Text p. 35

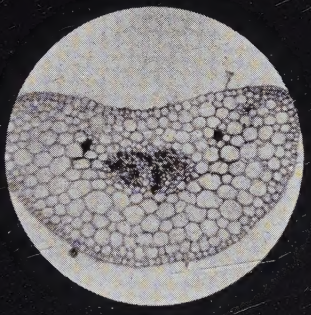


Bild 22, Vergr. ca. 29, Text p. 36

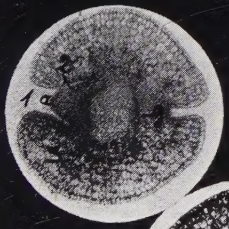


Bild 23,
Vergr. ca. 27,
Text p. 36

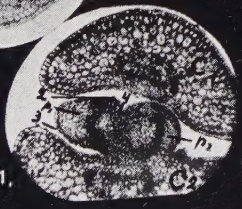


Bild 24,
Vergr. ca. 31,
Text p. 36

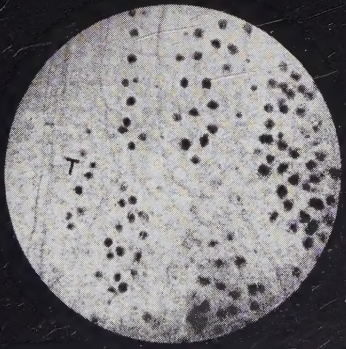


Bild 25, Vergr. ca. 54, Text p. 40

Bild 26, Vergr. ca. 54, Text p. 40/41

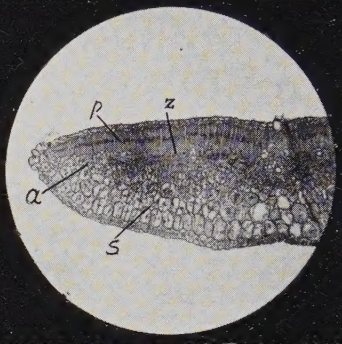


Bild 27, Vergr. ca. 55, Text p. 41/42

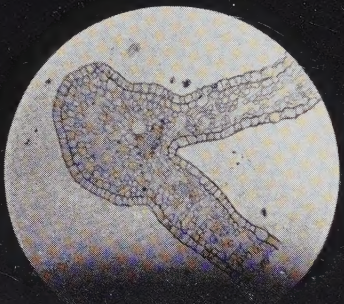


Bild 28, Vergr. ca. 32, Text p. 48

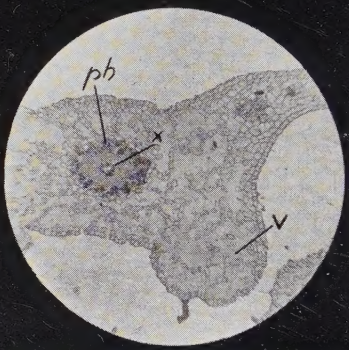


Bild 29, Vergr. ca. 32, Text p. 49

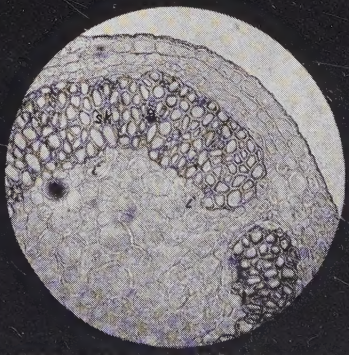


Bild 30, Vergr. ca. 110, Text p. 54

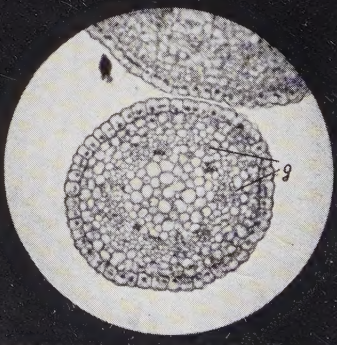


Bild 31, Vergr. ca. 130, Text p. 55